

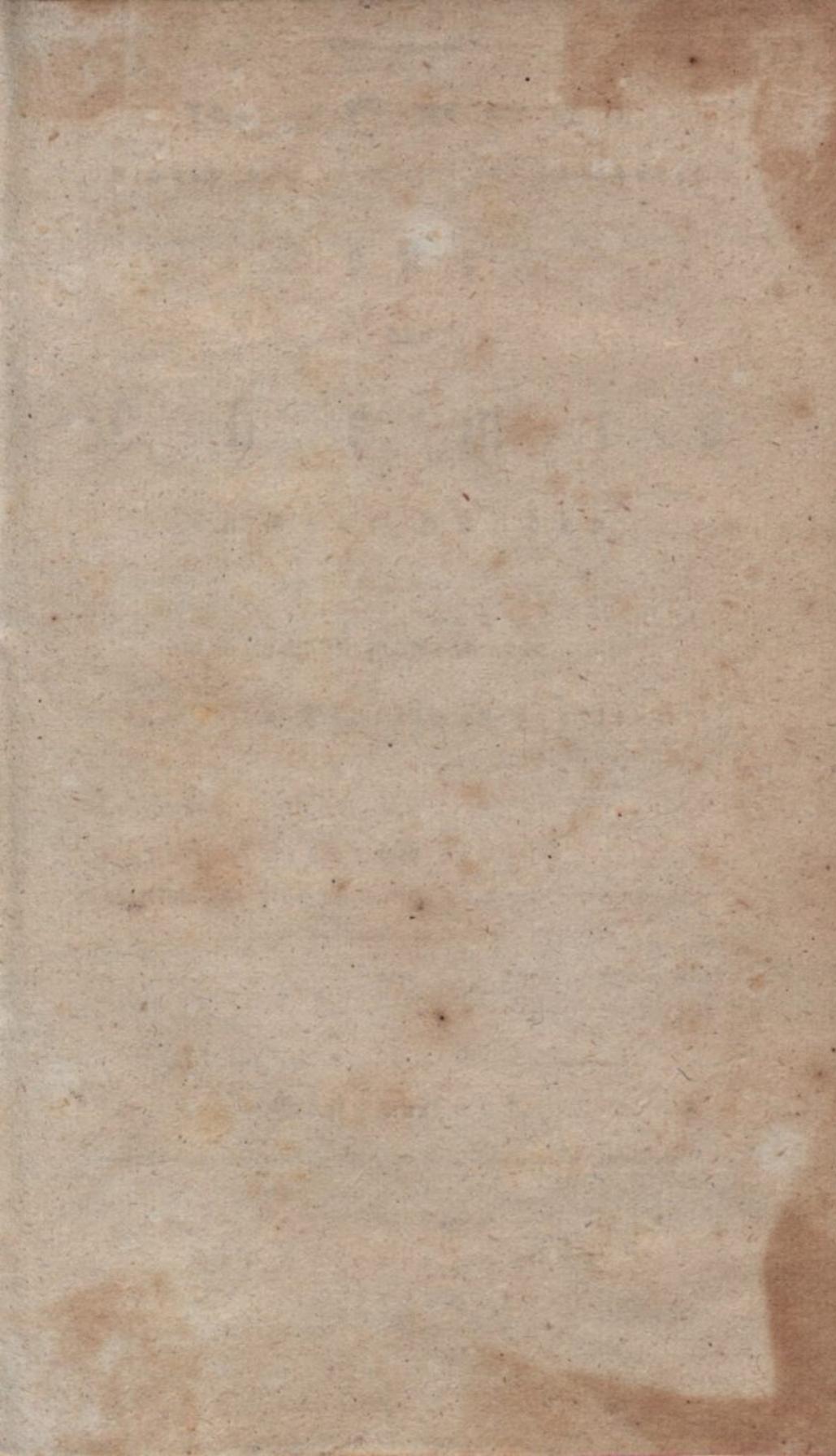


H 1039  
ke

Archiwum



BIBLIOTEKA GŁÓWNA  
POLITECHNIKI WROCLAWSKIEJ





Thomas Thomson's M. D.

Lehrer der Chemie zu Edinburgh

S y s t e m

der

C h e m i e

i n v i e r B ä n d e n.

---

Nach der zweiten Ausgabe

aus dem Englischen übersetzt

von

Friedrich Wolff,

der Weltweisheit Doktor und Professor am Königl. Joachimsthalschen

Gymnasium zu Berlin.



---

Erster Band.

---

Berlin. 1805.

Bei Heinrich Grötsch.

1939.1031



*No. 20242.*

---

V o r r e d e  
d e s V e r f a s s e r s.

---

Selbst der oberflächlichste Beobachter muß die allgemeine Aufmerksamkeit bemerken, welche jetzt auf die chemischen Wissenschaften in England gewendet wird, der Verkauf einer beträchtlichen Auflage eines so weitläufigen Werkes, wie das gegenwärtige, in weniger als zehn Monaten nach ihrer Erscheinung, ist ein redender Beweis, daß die Liebhaber dieser Wissenschaft zahlreich sind, und noch täglich an Menge zunehmen. Es giebt aber auch wohl schwerlich eine Wissenschaft, die einen so großen Reiz besitzt, als diese, und einen so wohlthätigen Einfluß auf Künste und Gewerbe verbreitet: so daß es hinreichend ist, sie zu kennen, und ihr eine günstige Aufnahme zu verschaffen, und zu der Erweiterung derselben zu ermuntern. Sieht man auf die große Anzahl ausgezeichneteter Chemisten, welche jetzt in

England leben, so kann man sich den schmeichelhaftesten Hoffnungen überlassen, daß dieselbe ferner im Fortschreiten beharren werde. Vor einigen Jahren wurde in einer gelehrten Zeitschrift, die auf dem festen Lande erschien, die Behauptung aufgestellt, und ein Chemist von Aulsehn unterstützte dieselbe durch seinen Namen: daß England kaum einen einzigen wissenschaftlichen Chemisten besitze. Diese Bemerkung befindet sich in einer Nachricht von Versuchen über einen Gegenstand von Wichtigkeit. In demselben werden manche merkwürdige Thatsachen und Bemerkungen als neu aufgestellt; ungeachtet sie alle schon drei Jahr früher von Dr. Wollaston gemacht worden waren. Die Versuche des brittischen Chemisten müssen dem Naturforscher des festen Landes gänzlich unbekannt geblieben seyn, da er in Rücksicht ihrer das tiefste Stillschweigen beobachtet, obgleich sie in den philosophischen Transaktionen, der berühmtesten Schrift England's, ja vielleicht Europa's, bekannt gemacht wurden.

Jetzt giebt es schwerlich einen Menschen, so eingenommen er auch für den Kreis, oder das Land, in welchem er lebt, seyn mag, der sich eine so lächerliche Behauptung würde zu Schulden kommen lassen. Noch können wir die Namen mehrerer Naturforscher nennen,

die dem Lande Ehre machen, welches Newton und Basfo, die Schöpfer der philosophischen Naturwissenschaft, hervorgebracht hat; Männer, die mit Anstrengung und glücklichem Erfolge die Wissenschaft anbauen, und welche sie bereits mit den wichtigsten Entdeckungen bereichert haben. Es ist keinesweges die Absicht des Verfassers, die berühmten Naturforscher des festen Landes herabzusetzen; die Chemie verdankt sehr vieles ihrem Scharfsinne, und bedarf noch ihres sie pflegenden Genius. In der That, die Gegenstände, mit denen sich die Chemie beschäftigt, sind so wichtig, so schwürig, so ausgebreitet, daß sie nur durch die vereinten Bemühungen aller Völker, schnell und mit Erfolge dem Ziele der Vollkommenheit entgegen geführt werden kann.

Der Zweck, welchen sich der Verfasser bei Abfassung dieses Werkes vorsetzte, war, so sehr wie möglich die Fortschritte der Chemie dadurch zu befördern, daß er in ein Ganzes die zahlreichen Thatsachen, welche in sehr vielen Schriften zerstreut lagen, zusammenfaßte; sie mit der Geschichte ihrer stufenweisen Entwicklung durchwebte; und genaue Nachweisungen der Originalschriften, in welchen diese Entdeckungen enthalten sind, beifügte. Die Begierde mit welcher dieses Werk aufgenommen wurde; der dem Verfasser sowohl öffentlich, als

ins Geheim zugesicherte Beifall einiger unserer ausgezeichnetesten Chemisten, sind schmeichelhafte Beweise, daß es nicht für unnütz gehalten wurde. Man verlangte vor einigen Monaten eine neue Ausgabe, allein der Verfasser hielt es für seine Pflicht, sie nicht eher vor dem Publikum erscheinen zu lassen, bis er sie der Aufnahme desselben so würdig, als möglich gemacht hatte. Die Vergleichung der gegenwärtigen Ausgabe mit der vorhergehenden wird den Leser überzeugen, welche wesentliche Veränderungen sie erhalten hat. Fast zwei Drittheile des Ganzen sind aufs Neue ausgearbeitet worden; eine beträchtliche Anzahl von Zusätzen ist hinzugekommen, von denen viele ganz neu sind, und entweder von dem Verfasser selbst herrühren, oder ihm von den berühmtesten Chemisten dieses Landes mitgetheilt worden sind. Jede in die Chemie einschlagende Schrift, welche der Verfasser erhalten konnte, ist benützt worden; und er hat keine Mühe gespart, um dieses Werk zu einem so vollständigen Gemälde von dem gegenwärtigen Zustande der Chemie, als nur möglich zu erheben. Allein aller angewandten Sorgfalt ungeachtet, schmeichelt er sich keinesweges, alle Mängel vermieden zu haben, Irrthümer und Auslassungen, das Resultat der Unwissenheit und Unaufmerksamkeit, werden noch immer die

Nachsicht des Lesers heischen. Er glaubt aber doch, ohne unbescheiden zu seyn, behaupten zu können, daß die gegenwärtige Ausgabe eine weit vollständigere Sammlung von Thatsachen, und in einem engeren Raume enthält, als irgend ein Werk ähnlicher Art, welches der Verfasser zu untersuchen Gelegenheit hatte.

Es würde unschicklich seyn, die zahlreichen Bemerkungen, welche über die erste Ausgabe, theils dem Verfasser mitgetheilt, theils in öffentlichen Blättern gemacht worden sind, mit Stillschweigen zu übergehen. Ihnen verdankt gegenwärtige Ausgabe vorzüglich ihre größere Genauigkeit. Mehrere hundert Fehler, vorzüglich in den Zahlen, sind angegeben und verbessert worden, die wahrscheinlich dem mit ihnen vertrauten Auge des Verfassers entgangen wären. Die Bemerkungen über den Plan, Anordnung und Ausführung dieses Werkes, sind mit der größten Unpartheilichkeit und Sorgfalt untersucht; die angegebenen wirklichen Verbesserungen aufgenommen, diejenigen hingegen, die unanwendbar, oder ungerecht waren, beseitigt worden. Ueber Bemerkungen der letzteren Art hatte der Verfasser nur wenig Ursache sich zu beklagen; indem die meisten seiner Beurtheiler ihn mit schonender Nachsicht behandelt ha-

ben. Nur ein einziges Beispiel von einer nicht durch Wahrheitsliebe geleiteten Strenge ist ihm vorgekommen.

Ungeachtet der Einwürfe, die gegen die Masse von Kenntnissen, welche in dieses Werk aufgenommen worden, gemacht worden sind, fand sich der Verfasser dennoch nach reiflicher Ueberlegung veranlaßt, der ersten Anordnung, ohne wesentliche Veränderungen, getreu zu bleiben. Es ist in der That nur selten der Fall, daß die voreilige Meinung anderer, über den Inhalt eines wissenschaftlichen Werkes denselben Rang, wie die des Verfassers einnehmen könne. Will man dieß mit Erfolg beurtheilen, so muß man denselben Ideengang einschlagen; dieselbe Masse von Kenntnissen besitzen, und mit eben der Beharrlichkeit über den Gegenstand nachgedacht haben, wie der Verfasser. Die beiden ersten Erfordernisse können leicht angetroffen werden; allein die Eitelkeit und Ungeduld des Kritikers wird ihm schwerlich erlauben, sich das dritte zu eigen zu machen. Alle kritische Bemerkungen über den Inhalt des gegenwärtigen Werkes lassen sich auf folgende zwei zurückführen: 1) Daß es zu viel; 2) daß es zu wenig enthalte. Diese zwei entgegengesetzten Behauptungen, von welchen die eine die andere aufhebt, gereichten dem Verfasser zu nicht geringer Beruhigung, indem sie in ihm die Uebers

zeugung bewirkten, daß er sich aller Wahrscheinlichkeit nach nicht sehr von der glücklichen Mittelstraße entfernt habe, die jeder Verfasser eines Systems dieser Art betreten muß.

Die Anordnung der in einer Schrift enthaltenen Wahrheiten ist noch mehr dem Tadel ausgesetzt, als die Menge der in ihr enthaltenen Thatsachen. Jedermann glaubt, daß er die zu dieser Beurtheilung nöthigen Kenntnisse besitze; und blickt mit Mißfallen und Vorurtheil auf jede geringfügige Abweichung von der Ordnung, an welche er gewöhnt ist. Wenige erwägen, daß die Kunst, die Thatsachen zusammenzustellen, zu den schwierigsten Geschäften des Philosophen gehöre; daß hierzu ein umfassender Geist, eine klare Urtheilskraft, und ein ausdauernder Fleiß erfordert werden, — Eigenschaften, welche sich nur selten in demselben menschlichen Wesen zusammen finden. Wenige bedenken, daß kein Mensch, wenn er auch die nöthigen Eigenschaften des Geistes besitzt, ein richtiges Urtheil über die Anordnung eines Werkes fällen könne, wofern er nicht durchgängig mit allen classificirten Gegenständen bekannt ist, ihren wechselseitigen Einfluß untersucht, und reiflich über die Urnachgedacht hat, wie er seine Kenntnisse anderen mittheilen könne. Auch kann man sich auf seine Meinung

nur dann verlassen, wenn man den Unterschied, welchen Verschiedenheit der Lage und Umstände hervorbringen, zu übersehen im Stande ist, und kein Lieblingskind hat, welches man mit blinder Vaterliebe wartet und vorzieht. Der Leser erinnere sich der Einwürfe, die gegen Linné gemacht worden sind, und er wird mit Erdröthen die Richtigkeit dieser Bemerkungen eingestehen müssen.

Die Anordnung, welche in diesem Werke befolgt worden ist, weicht allerdings von der in anderen ähnlichen Schriften ab. In Rücksicht dieses Einwurfes, den man so sehr geltend zu machen gesucht hat, erkennt sich der Verfasser für schuldig. Sie wurde aber nicht ohne reifliche Ueberlegung, und ohne sorgfältige Prüfung jeder anderen, welche zur Kenntniß des Verfassers kam, angenommen. Der Verfasser, der siebenmal die Chemie öffentlich zu lehren Veranlassung hatte, unterwarf diese Anordnung bei jedem Lehrkursus einer neuen Untersuchung, und verbesserte sie nach und nach, bis sie die gegenwärtige Gestalt erhielt. Besitzt dieses Werk einige Vorzüge vor anderen, ist es deutlicher oder vollständiger, so rühren diese Vorzüge nur allein von der befolgten Anordnung her. Sie ist von jeder Hypothese unabhängig, sofern es bei dem jetzigen Zustande

der Wissenschaften nur irgend möglich war. Die allgemeinen Sätze wurden von einzelnen Thatsachen abgeleitet; das Zusammengesetzte in seine einfacheren Theile aufgelöst. Es werden keine vorläufigen Kenntnisse des Gegenstandes vorausgesetzt; diejenigen Theile der Wissenschaft werden zuerst abgehandelt, welche mit dem glücklichsten Erfolge untersucht worden sind, und die demnach eine deutlichere und einfachere Auseinandersetzung zulassen. Dieses erleichtert dem Anfänger das Erlernen der Wissenschaft, ebnet und entfernt manche Schwierigkeiten, und setzt den Verfasser in den Stand, eine mehr unterhaltende und zusammenhängende Uebersicht seines Gegenstandes zu liefern, als es unter andern Umständen möglich gewesen seyn würde. Diese Gründe allein würden hinreichen, der von ihm gewählten Anordnung vor jeder andern den Vorzug zu geben, allein noch andere von größerem Gewichte, werden sich ohne Zweifel dem praktischen Chemisten darbieten. Der Verfasser hat das Vergnügen hinzuzusetzen, daß er mehreren seiner Freunde, in deren Urtheilskraft und Kenntnisse er das größte Zutrauen glaubt setzen zu können, seinen Plan vorgelegt, und daß derselbe ihre Billigung erhalten hat.

Es war anfänglich die Absicht des Verfassers, am

Schlusse des vierten Bandes einige Bemerkungen über die chemische Nomenklatur mitzutheilen, allein da dieser Band ohne dieß stärker, als die übrigen ausfiel, so mußte es unterbleiben. Durch dieses Hinweglassen hat übrigens der Leser nicht viel verloren. In den meisten Fällen stimmt der Verfasser mit *Chenevix* überein, dessen schätzbare Bemerkungen über die chemische Nomenklatur, jedem Freunde der Chemie die größte Befriedigung gewähren werden. Seine Verbesserungen sind größtentheils in diesem Werke angenommen worden. Die Gründe, warum in wenigen Fällen sich der Verfasser eine Abweichung davon erlaubt hat, werden sich bei einigem Nachdenken von selbst ergeben; und sollte dieses nicht der Fall seyn, so ist der Unterschied zu unbedeutend, als daß er viele Aufmerksamkeit verdiente.

I n h a l t  
des ersten Bandes.

<b>Erster Theil. Grundsätze der Chemie.</b>	Seite 16
Erstes Buch. Einfache Substanzen . . . . .	17
Erste Abtheilung. Sperrbare Stoffe . . . . .	18
Erstes Kapitel. Vom Sauerstoffe . . . . .	18
Zweites Kapitel. Von den einfachen, verbrennlichen Stoffen . . . . .	30
Erster Abschnitt. Vom Schwefel . . . . .	31
Zweiter Abschnitt. Vom Phosphor . . . . .	41
Dritter Abschnitt. Vom Kohlenstoffe oder Diamanten	53
Vierter Abschnitt. Vom Wasserstoffe . . . . .	66
Drittes Kapitel. Von den einfachen, unverbrennli- chen Stoffen . . . . .	87
Erster Abschnitt. Vom Stickstoffe . . . . .	88
Zweiter Abschnitt. Von der Salzsäure . . . . .	99
Viertes Kapitel. Von den Metallen . . . . .	108
Erster Abschnitt. Von dem Golde . . . . .	123
Zweiter Abschnitt. Vom Platin . . . . .	130
Dritter Abschnitt. Vom Silber . . . . .	137
Vierter Abschnitt. Vom Quecksilber . . . . .	143
Anhang. Vom Palladium . . . . .	160

	Seite.
Fünfter Abschnitt. Vom Kupfer . . . . .	167
Sechster Abschnitt. Vom Eisen . . . . .	178
Siebenter Abschnitt. Vom Zinn . . . . .	209
Achter Abschnitt. Vom Blei . . . . .	221
Neunter Abschnitt. Vom Nickel . . . . .	235
Zehnter Abschnitt. Vom Zink . . . . .	241
Elfter Abschnitt. Vom Bismuth . . . . .	255
Zwölfter Abschnitt. Vom Antimonium . . . . .	263
Dreizehnter Abschnitt. Vom Tellurium . . . . .	276
Vierzehnter Abschnitt. Vom Arsenik . . . . .	279
Fünfzehnter Abschnitt. Vom Kobalt . . . . .	294
Sechzehnter Abschnitt. Vom Magnesium . . . . .	303
Siebzehnter Abschnitt. Vom Scheelium . . . . .	312
Achtzehnter Abschnitt. Vom Molybdän . . . . .	318
Neunzehnter Abschnitt. Vom Uranium . . . . .	323
Zwanzigster Abschnitt. Vom Titanium . . . . .	326
Ein und zwanzigster Abschnitt. Vom Chromium . . . . .	330
Zwei und zwanzigster Abschnitt. Vom Columbium . . . . .	334
Drei und zwanzigster Abschnitt. Vom Tantalium . . . . .	336
Zufas. Vom Cerium . . . . .	337
Vier und zwanzigster Abschnitt. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	363
—————	
Zweite Abtheilung. Von den nichtsperrbaren Stoffen . . . . .	370
Erstes Kapitel. Vom Lichte . . . . .	371
Zweites Kapitel. Von dem Wärmestoff . . . . .	395
Erster Abschnitt. Natur des Wärmestoffes . . . . .	396
Zweiter Abschnitt. Bewegung des Wärmestoffes . . . . .	509
Dritter Abschnitt. Gleichförmige Vertheilung der Temperatur . . . . .	434
Vierter Abschnitt. Wirkungen des Wärmestoffs . . . . .	443
1. Veränderungen des Volumens . . . . .	443
2. Veränderungen des Zustandes . . . . .	467

	Seite.
3. Veränderungen in der Zusammensetzung	495
Fünfter Abschnitt. Menge des Wärmestoffes	497
1. Specifischer Wärmestoff	498
2. Absolute Menge des Wärmestoffes	518
3. Kälte	529
Sechster Abschnitt. Quellen des Wärmestoffes	537
1. Die Sonne	538
2. Das Verbrennen	544
3. Der Stoß	567
4. Das Reiben	573
5. Die Mischung	582
Drittes Kapitel. Von den einfachen Stoffen im Allgemeinen	585

Zweites Buch. Von den zusammengesetzten Körpern	594
Erste Abtheilung. Von den Zusammensetzungen der ersten Ordnung	595
Erstes Kapitel. Von den Alkalien	597
Erster Abschnitt. Vom Kali	598
Zweiter Abschnitt. Vom Natrum	610
Dritter Abschnitt. Vom Ammonium	613
Zweites Kapitel. Von den Erden	627
Erster Abschnitt. Von der Baryterde	629
Zweiter Abschnitt. Von der Strontianerde	637
Dritter Abschnitt. Von der Kalkerde	643
Vierter Abschnitt. Von der Bittererde	656
Fünfter Abschnitt. Von der Alaunerde	662
Sechster Abschnitt. Von der Vitrielerde	672
Siebenter Abschnitt. Von der Gläcinerde	675
Achter Abschnitt. Von der Stirkonerde	677
Neunter Abschnitt. Von der Kieselerde	681
Zehnter Abschnitt. Bemerkungen über die Alkalien und Erden	691

	Seite.
Drittes Kapitel. Von den Oxiden . . . . .	698
Erster Abschnitt. Von den Oxiden des Kohlenstoffes	701
1. Kohle . . . . .	701
2. Kohlenoxyde. . . . .	705
Zweiter Abschnitt . . . . .	720
Dritter Abschnitt. Von den Oxiden des Stickstoffes	744
1. Vom oxydirten Stickgase. . . . .	744
2. Vom Salpetergase . . . . .	753

---

## Einleitung.

---

*Studium der Natur.* **S**o wie der Mensch seinen Verstand zu gebrauchen anfängt; so ziehen die mannigfaltigen Gegenstände, welche ihn von allen Seiten umgeben, seine Aufmerksamkeit auf sich. Ihre Zahl, Mannigfaltigkeit und Schönheit, müssen einen tiefen Eindruck auf ihn machen, und in ihm den Wunsch erregen, genauer ihre Eigenschaften und Anwendungen kennen zu lernen. Erwägt er ferner, daß sie ihm nicht allein Vergnügen und Annehmlichkeiten des Lebens gewähren, sondern, daß sogar sein Daseyn selbst von ihnen abhängt, so muß dieser Wunsch außerordentlich an Lebhaftigkeit zunehmen: daher dieses rastlose Streben nach Kenntnissen, welches das Erbtheil edler Seelen ist.

*läßt sich eintheilen in historisches und wissenschaftliches.* Die Naturgegenstände lassen sich aus zwey verschiedenen Gesichtspunkten betrachten. Man kann sie als isolirte Individuen, oder als mit einander verbundene und auf einander einwirkende Naturwesen betrachten. Im ersten Falle erscheint uns die Natur gleichsam in einem Zustande der Ruhe, und bey den einzelnen Gegenständen wird bloß auf diejenigen Merkmale geachtet, in denen sie übereinkommen, oder durch welche sie sich von einander unterscheiden, im anderen Falle untersucht man die

wechselseitige Einwirkung der Substanzen auf einander, und die Wirkungen, welche dadurch hervorgebracht werden. Die erste dieser Ansichten der Naturgegenstände heißt Naturbeschreibung (gewöhnlich Naturgeschichte genannt); die zweyte wissenschaftliche Kenntniß der Natur.

Wissens- Die wissenschaftliche Kenntniß der Natur be-  
 schäftliche schäftigt sich mit den Wirkungen (events) welche  
 Kenntniß der Natur. in der Körperwelt statt finden. Jede Wirkung  
 oder, welches eins ist, jede Veränderung eines Körpers  
 zeigt Bewegung an, denn es läßt sich keine Veränderung  
 denken, ohne, daß man sich zu gleicher Zeit eine Bewegung  
 denkt. Die wissenschaftliche Kenntniß der Natur muß mit-  
 hin die verschiedenen Bewegungen erklären, welche in  
 den Körpern durch ihre wechselseitige Einwirkung auf einan-  
 der hervorgebracht werden.

It von In Ansehung der Entfernung, in welcher sich  
 zweierlei die Körper von einander befinden, findet ein großer  
 ist, nem Unterschied statt. Einige, wie die Planeten, sind  
 sich durch einen Raum von mehreren Millionen Meilen von ein-  
 ander getrennt; während andere, wie z. B. die Theilchen,  
 aus welchen das Wasser besteht, einander so nahe liegen,  
 daß wenigstens die menschlichen Sinne keine Entfernung  
 zwischen denselben wahrzunehmen vermögen, und, daß man  
 nur aus gewissen Erscheinungen, welche sie darbieten, folg-  
 ern kann, daß sie sich nicht unmittelbar berühren. Die  
 Größe des Erfolges, oder der Bewegung, welche durch  
 die wechselseitige Einwirkung der Körper auf einander hervor-  
 gebracht wird, muß wenigstens in gewissem Grade von ihrer  
 Entfernung abhängen. Ist die Entfernung so groß, daß  
 das Auge sie wahrnehmen kann, sich mithin dieselbe genau

messen läßt, so wird auch jede Aenderung dieser Entfernung wahrgenommen, und durch das Maaß bestimmt werden können. Ist hingegen die Entfernung zwischen zwey Körpern so gering, daß sie sich unsern Sinnen entzieht, so ist es einleuchtend, daß sich keine Aenderung dieser Entfernung wahrnehmen läßt, und daß folglich jede relative Bewegung in solchen Körpern unmerklich seyn müsse.

Physik und Chemie. Die Naturwissenschaft zerfällt mithin in zwey große Zweige. Der eine umfaßt alle diejenigen Erscheinungen, welche das Resultat durch die Sinne wahrnehmbarer (sensible motions); der andere diejenigen, welche das Resultat durch die Sinne nicht wahrnehmbarer Bewegungen (insensible motions) sind. Der ersteren dieser Wissenschaften hat man längst den Nahmen Physik, der anderen den Nahmen Chemie ertheilt.

Definition der Chemie. Chemie ist mithin diejenige Wissenschaft, welche von den Erfolgen oder Veränderungen der Naturkörper handelt, die durch nicht wahrnehmbare Bewegungen hervorgebracht werden.

Ihre Wichtigkeit. Die chemischen Erscheinungen sind ebenso zahlreich und wichtig, als die, welche der Physik angehören: denn erstere umfaßt beinahe alle die Erscheinungen der Naturkörper, mit welchen wir in unmittelbarer Verbindung stehen, und welche für uns das größte Interesse haben. Die Chemie ist demnach eine Wissenschaft, die nicht allein um ihrer selbst willen, indem sie dazu dient, unsere Kenntnisse zu vermehren, und die weise Einrichtung der Welt kennen zu lehren; sondern auch darum von der äußersten

Wichtigkeit ist, weil sie unsere Herrschaft über die Körperwelt erweitert, und unser Vergnügen und unsere Macht befördert.

Als Wissenschaft ist sie unmittelbar mit allen Naturerscheinungen verknüpft; die Ursachen des Regens, Schnees, Hagels, Thaues, Windes, der Erdbeben, sogar der Wechsel der Jahreszeiten kann nie mit Hoffnung eines glücklichen Erfolges erforscht werden, wenn nicht chemische Kenntnisse dabey zum Grunde liegen. Das Wachsen der Pflanzen, mehrere der wichtigsten thierischen Funktionen sind durch eben diese Wissenschaft aufgeklärt worden. Keine Wissenschaft ist so geschickt, als diese, erhabene Begriffe von der Weisheit und Güte des Urhebers dieses Weltalls zu erzeugen, indem sie uns bey jedem Schritte auf die außerordentlichen Wirkungen aufmerksam macht, welche durch höchst einfache, dennoch aber zureichende Mittel hervorgebracht werden, und uns die große Sorgfalt kennen lehrt, die aller Orten sichtbar ist, um das Vergnügen und die Glückseligkeit jedes lebenden Wesens zu sichern. Als Kunst steht sie in inniger Verbindung mit allen unseren Künsten und Gewerben. Der Glasbläser, der Töpfer, Schmidt, überhaupt jeder Metallarbeiter, der Gerber, Färber, Bleicher sind in der That praktische Chemisten, und alle diese Gewerbe verdanken ihre wesentlichsten Verbesserungen den Fortschritten, welche die Chemie als Wissenschaft gemacht hat. Der Ackerbau kann nur durch Hülfe der Chemie auf eine vernünftige, sichere Art verbessert werden, und die Vortheile, welche die Arzneikunde durch sie erhalten hat, sind so allgemein anerkannt, daß es überflüssig seyn würde, sie hier weitläufig anzuzeigen.

ursprung. Das Wort Chemie scheint egyptischen Ursprunges zu seyn, und in seiner ausgebreitetsten Bedeutung

das bezeichnet zu haben, was wir Naturlehre überhaupt nennen, indem sie alles das in sich faßte, was die Alten von den Naturkörpern wußten. Mit der Zeit schien es eine beschränktere Bedeutung zu erhalten, und allein die Kunst, Metalle zu bearbeiten, zu bezeichnen. Diese stufenweise erfolgte Veränderung der Bedeutung dieses Wortes rührte ohne Zweifel von dem Ansehn her, in welchem die Kunst, Metalle zu bearbeiten, bey den Alten stand. Man hielt die Erfinder und Verbesserer derselben für die größten Wohlthäter des menschlichen Geschlechtes, errichtete ihnen Bildsäulen und Tempel, erhob sie über den Rang gewöhnlicher Menschen, und setzte sie in die Klasse der Götter.

Wie lange das Wort Chemie diese Bedeutung beyhalten hat, läßt sich nicht bestimmt sagen; allein im dritten Jahrhundert brauchte man es in einem noch eingeschränkteren Sinne, und verstand darunter die Kunst Gold und Silber zu machen. Die Ursache dieser neuen Beschränkung, so wie die Meinung, daß Gold künstlich gemacht werden könne, sind gleich unbekannt. In dieser Bedeutung scheint Chemie mit lebhaftem Eifer von der griechischen Geistlichkeit getrieben worden zu seyn, von den Griechen ging sie zu den Arabern über, und von den Arabern erhielt sie das westliche Europa. Diejenigen, welche sich mit derselben beschäftigten, bildeten allmählich eine Sekte, die den Nahmen der Alchemisten annahm. Dieses Wort bezeichnet einen Chemisten, mit Vorsezung des arabischen Artikels Al.

Von den Alchemisten. Die Alchemisten stellten es als Hauptgrundsatz auf, daß alle Metalle aus denselben Elementen bestehen, oder daß wenigstens die Bestandtheile des Goldes in allen übrigen Metallen angetroffen werden, in denen sie zwar

durch mehrere Beymischungen verunreinigt würden, sich aber doch durch gehörige Läuterungen in einem vollkommen reinen Zustande darstellen ließen. Alle ihre Untersuchungen waren dahin gerichtet, Verfahrensarten aufzufinden, durch welche sich jene Reinigungen bewerkstelligen, mithin weniger theure Metalle in Gold verwandeln ließen. Diejenige Substanz, welche nach ihnen diese wundervolle Eigenschaft besitzen sollte, wurde der Stein der Weisen (lapis philosophorum) genannt, und mehrere derselben rühmten sich, im Besitze dieses wichtigen Geheimnisses zu seyn.

Ihre Weisung. Chemie, bedeutet nach ihnen, die Kunst den Stein der Weisen zu bereiten. Sie behaupteten, daß diese Kunst menschliche Kräfte übersteige, und daß Gott allein sie wenigen auserwählten Weisen offenbare. Diese wenige Glückliche, denen die Bereitung des Steines der Weisen bekannt war, nannten sich selbst Adepten (Adepti), d. h. Menschen, die das Geheimniß erlangt hatten. Sie behaupteten, daß es nicht in ihrer Macht stünde, dieses Geheimniß bekannt zu machen, und daß Unglück das Haupt desjenigen treffen würde, der sich unterfinge, es irgend einem Menschen, ohne die ausdrücklichen Zeichen göttlicher Billigung zu entdecken.

Diesem Begriffe zufolge machten es sich die Alchemisten zum Gesetze, sich so verborgen als möglich zu halten. Sie verheimlichten mit der größten Sorgfalt ihre Meinungen, Kenntnisse und den Gegenstand ihrer Untersuchungen. Theilten sie sich untereinander ihre Gedanken mit, so bedienten sie sich einer mystischen, metaphorischen Sprache, brauchten eigenthümliche Figuren und Zeichen, damit ihre Schriften nur allein den Adepten verständlich, hingegen gewöhnlichen

Lesern völli<sup>g</sup> unzugänglich wären. Aller dieser Hindernisse ungeachtet, erschien in den finstern Jahrhunderten eine beträchtliche Menge alchemischer Bücher; einige derselben unter dem wirklichen Nahmen ihrer Verfasser; eine weit größere Anzahl hingegen unter erdichteten Nahmen, oder man nannte fälschlich berühmte Weise des Alterthumes als Verfasser derselben.

Wie weit sich die Alchemie unter den Alten verbreitet, und ob sie unter ihnen die Gestalt einer Sekte angenommen hatte, läßt sich nicht mit Zuverlässigkeit bestimmen. Man findet unter den Arabern, die gleich nach den Eroberungen der Kalifen ihre Aufmerksamkeit auf Wissenschaften wandten, und die unsern rohen Vorfahren die ersten Keime derselben mittheilten, die ersten Spuren derselben. Die vorzüglichsten chemischen Schriftsteller unter den Arabern, waren Geber und Avicenna; in ihren Schriften, wenigstens in denen, welche man für authentisch zu halten berechtigt ist, findet man wenig von der mystischen räthselhaften Sprache, die späterhin in eine systematische Form gebracht wurde.

Die Alchemisten scheinen sich in den westlichen Gegenden Europens schon im neunten Jahrhunderte festgesetzt zu haben. In dem blühendsten Zustande befand sich die Alchemie zwischen dem elften und funfzehnten Säculum. Die Schriftsteller, welche in dieser Periode schrieben, waren sehr zahlreich, und unterschieden sich beträchtlich von einander, sowohl in ihrer Schreibart, als in ihren Fähigkeiten. Einige der von ihnen verfaßten Bücher sind völli<sup>g</sup> unverständlich, und gleichen mehr den Phantasien eines Berrückten, als den ruhigen Nachforschungen eines Philosophen. Andere, den metaphorischen Styl abgerechnet, sind mit Deutlichkeit und

beträchtlichem Scharfsinne abgefaßt, und zeigen eine nicht gemeine, ausgebreitete Bekanntschaft mit Naturgegenständen. Oft schließen sie mit großer Richtigkeit, ungeachtet sie gewöhnlich von falschen Principien ausgehen; und häufig kann man sich von der Genauigkeit ihrer Versuche überzeugen, und selbst den besondern Umstand auffinden, der sie zu ihren Fehlschlüssen verleitete.

Die vorzüglichsten Alchemisten, welche während der finsternen Jahrhunderte blühten, und deren Namen theils wegen der von ihnen gemachten Entdeckungen, theil wegen des Einflusses, den ihre Schriften und Arbeiten auf den Geschmack ihres, und der späteren Zeitalter hatten, erwähnt zu werden verdienen, sind: Albertus Magnus, Roger Baco, Arnold von Villa Nova, Raymund Lullus und die beyden Isaak von Holland \*).

\*) Albertus Magnus war ein Deutscher. Er wurde im Jahr 1193 geboren, und starb 1280. Seine Werke sind zahlreich, aber am meisten verdient seine Schrift de Alchymia Aufmerksamkeit; aus der man den Zustand der Chemie am Ende des dreizehnten Jahrhunderts sehr gut kennen lernt.

Roger Baco wurde im Jahre 1224 in der Grafschaft Somerset in England geboren. Sein Verdienst ist so allgemein anerkannt, daß es unnöthig seyn würde, den Lobredner desselben zu machen. Der größte Theil seiner Schriften ist ausnehmend dunkel, und sogar mystisch; allein er giebt uns gewöhnlich selbst den Schlüssel zu ihrer Erklärung. Einige seiner Schriften zeigen von einem, für das Zeitalter, in dem er schrieb, sehr aufgeklärten Geist. Seine Schrift: De mirabili potestate Artis et Naturae, würde dem Kanzler Baco selbst Ehre gemacht haben.

Arnold von Villa Nova soll um das Jahr 1240 in der Provence geboren worden seyn. Er stand in einem sehr großen Ansehn, allein alle diejenigen Schriften desselben, welche ich untersucht habe, sind ausnehmend dunkel, und oft unverständlich.

und Schrif- Die größte Zahl der alchemischen Schriften ist, ten. fast nur allein wegen ihrer Dunkelheit und Unge- reintheit merkwürdig. Alle rühmen sich im Besitze des Stei- nes der Weisen zu seyn; alle versichern, daß sie die Berei- tung desselben mittheilen wollen, allein ihre Sprache ist räth- selhaft, damit sie nur denjenigen Adepten verständlich sey, denen eine höhere Erleuchtung zu Theil geworden. In je- nem, mit Dunkelheit bedeckten, Zeitalter, erhielten diese Schriften unbedingten Glauben, und die geldgierigen Gemü- ther erfüllte die lächerliche Begierde sich mit Hülfe jener ver- geblichen Entdeckungen zu bereichern. Dadurch fiel man- cher in die Schlingen von Betrügnern, die in der Welt umher zogen, und versprachen, gegen eine angemessene Belohnung, dieses große Geheimniß den Suchenden mitzutheilen. So wußten sie sich eine Summe Geldes zu verschaffen, mit der sie sich entweder sogleich davon machten, oder die Betrogenen durch eine Reihe langwieriger und kostspieliger chemischen Arbeiten ermüdeten. Gegen diese Klasse von Menschen rich- tete Erasmus seine wohlbekannte Satyre, die den Titel: Der Alchemist, führt. Die Ränke dieser Betrüger erregten allmählig den Unwillen der Menschen gegen die ganze Brü- derschaft der Alchemisten. Von allen Seiten erschienen Bü- cher gegen dieselbe, deren Verbreitung durch die, zu gleicher

---

Raymund Lullus wurde im Jahre 1235 zu Barcellona ge- boren. Seine Schriften sind dunkler, als die von Arnold. Sein berühmtestes Werk ist: Sein letzter Wille und Tes- tament.

Es ist nicht ganz ausgemacht, zu welcher Zeit die beyden Isaaq von Holland gelebt haben; gewöhnlich nimmt man an, daß sie im dreizehnten Jahrhundert gelebt haben.

Zeit erfundene Buchdruckerkunst ungemein erleichtert wurde; die witzigen Köpfe der damaligen Zeit suchten diese vorgebliebenen Geheimnisse lächerlich zu machen; Männer von Kenntnissen bemüheten sich die Unmöglichkeit, oder doch die unübersteiglichen Hindernisse, die mit der Bereitung des Steines der Weisen verbunden waren, darzuthun; die Obrigkeiten endlich suchten durch Gesetze und Strafen ihre Unterthanen vor den Fallstricken der Alchemisten zu sichern.

Die Chemisten hatten seit langer Zeit darauf aufmerksam gemacht, wie wichtig es wäre, wenn man ein Heilmittel gegen alle Krankheiten finden könnte; einige versicherten sogar, daß es in dem Steine der Weisen enthalten sey, indem dieser nicht allein weniger kostbare Metalle in Gold verwandelt, sondern auch die noch höhere Kraft besitze, augenblicklich alle Krankheiten zu heilen, das Leben auf unbestimmte Zeit zu verlängern, und so den Adepten schon auf dieser Erde die Unsterblichkeit zu versichern. Diese Meinung verbreitete sich allmählig immer mehr, und das Wort Chemie erhielt dem zufolge eine ausgebreitetere Bedeutung, indem man darunter nicht allein die Kunst Gold zu machen, sondern auch die Kunst, die Universalmedizin zu bereiten, verstand \*).

\*) Der erste, welcher die Chemie förmlich auf Medicin angewandte, war Basilius Valentinus, der im Jahre 1594 geboren, und Benedictiner-Mönch zu Erfurt gewesen seyn soll <sup>1)</sup>. Die merkwürdigste seiner Schriften ist der *Currus triumphalis Antimonii*. In derselben rühmt er die Kräfte der antimonialischen Heilmittel, deren Erfinder er ist. Anm. d. Verf.

<sup>1)</sup> Es verdient bemerkt zu werden, daß weder in dem allgemeinen Verzeichnisse der Benedictiner-Mönche zu Rom, noch in dem Provincial-Ver-

Zu eben der Zeit, da man sich von der Wichtigkeit der Kunst, Gold zu machen, überzeugete, erhielt die zweite Meinung (daß die Chemie die Bereitung einer Universalmedicin lehre) und damit das Studium der Chemie selbst, einen großen Ruf, und zog die Aufmerksamkeit von ganz Europa auf sich. Hierzu trug vorzüglich *Leophrastus Paracelsus* bey. Dieser außerordentliche Mann wurde im Jahre 1493 unweit Zürich geböhren. In seinem vier und dreißigsten Jahre erhielt er, nachdem er eine Menge von Abentheuern, die seinen Ruf aller Orten verbreiteten, bestanden, von dem Magistrat zu Basel den Auftrag, Vorlesungen in dieser Stadt zu halten. Er war mithin der erste öffentliche Lehrer der Chemie in Europa. Zwey Jahre nachher veruneigte er sich mit dem Magistrate, verließ die Stadt, beging eine Menge von ungereimten Handlungen und Ausschweifungen, und starb zu Salzburg im sieben und vierzigsten Jahre seines Lebens.

Der Charakter dieses merkwürdigen Mannes ist allgemein bekannt. Es läßt sich nicht läugnen, daß er ein Betrüger war, und sich des Besizes von Geheimnissen rühmte, die er nicht besaß; er entlehnte manche Meinungen, ja sogar Versuche von anderen, und gab sie für seine eignen aus: sein Stolz war unerträglich, sein Schwulst lächerlich, und sein ganzes Leben war ein unaufhörliches Gewebe von Unbesonnenheiten und Lastern. Auf der andern Seite muß man gestehen, daß er große Anlagen besaß, und daß seine Arbeiten nicht ganz unnütz waren. Er trug nicht wenig dazu

---

Zeichnisse zu Erfurt dieser Natur gefunden wird; man muß daher auf die Vermuthung gerathen, daß derselbe ein angenommener Nahrung sey.

bey, das Ansehn von Galen und Avicenna zu schwächen, die damals mit unumschränkter Gewalt in der Arzneikunde herrschten, und den Hippokrates und die Erfahrung wieder in ihre Rechte einzusetzen, die sie niemals hätten verlieren sollen. Unstreitig verschaffte er der Chemie einen Glanz, den sie vorher nicht besaß, und dieses veranlaßte manche der arbeitsamen Männer, die auf ihn folgten, daß sie ihre Aufmerksamkeit auf diese Wissenschaft wandten. Auch darf das nicht übersehen werden, daß dadurch, daß er seine Spekulationen über den Stein der Weisen und die Universalmedicin bis zum größten Unsinn trieb, und daß er die Nichtigkeit und Unnützlichkeit dieser vorgeblichen Geheimnisse an seiner eignen Person bewährte, er ohne Zweifel viel dazu beitrug, daß sie einen großen Theil ihres Ansehns verloren, und in der Folge gänzlich aus der Wissenschaft verbannt wurden.

Ausbildung  
der Chemie  
zur Wissen-  
schaft. Vanhelmont, der im Jahre 1577 geboren wurde, kann als der letzte der Alchemisten angesehen werden. Sein Tod vollendete den Miskredit, in den die Universalmedicin gerathen war. Seine Zeitgenossen und diejenigen, welche unmittelbar auf ihn folgten (mit Ausnahme von Crolius und weniger andern, die blinde Bewunderer des Paracelsus waren), beschäftigten sich nur allein mit der Erweiterung der Chemie. Die vorzüglichsten derselben sind: Agricola, Beguin, Glaser, Erker, Glauber, Kunkel, Boyle u. s. w.

Da das alchemistische System in seinen Grundlagen so erschüttert worden, so zerfielen die Thatsachen die gesammelt worden waren, in ein chaotisches Gewirr, und es fehlte der Chemie gänzlich an bestimmten Principien und einem bestimmten Objekte. So lagen die Sachen, als ein Mann erschien,

der mit dem Inbegriffe aller Thatsachen bekannt, im Stande war, sie zu ordnen und einzusehen, wozu jede derselben gebraucht werden könnte, und den Chemisten die eigentlichen Gegenstände anzuzeigen, auf welche sie ihre Aufmerksamkeit zu richten hätten. Dieser Mann war Becher. Er vollendete dieses schwürige Geschäft in seinem Werke, welches den Titel: *Physica subterranea*, führt, und im Jahre 1669 zu Frankfurt erschien. Dieses Buch macht eine merkwürdige Epoche in der Geschichte der Chemie. Er machte sich ganz von den Irrthümern der Alchemisten los, und legte den Grund zu der Wissenschaft, an deren Erweiterung wir noch jetzt fortarbeiten.

Ernst Stahl, der Herausgeber der *Physica subterranea*, nahm nach Becher's Tode die Theorie seines Lehrers an, allein er verbesserte und vereinfachte sie so sehr, daß man sie ganz als sein Werk ansehen kann, dem zufolge hat man sie immer unter dem Nahmen von Stahl's Theorie aufgeführt.

*Fortschritt* Seit Stahl's Zeiten beschäftigte man sich mit te derselben. der Chemie mit großem Eifer in Deutschland und den nördlichen Gegenden Europens; und den Bemühungen der berühmten Naturforscher dieser Länder verdankt man vorzüglich die Fortschritte und Erweiterungen derselben. Die berühmtesten derselben sind: Markgraf, Bergmann, Scheele, Klaproth u. s. w.

Gleich nach der Errichtung der Akademie der Wissenschaften im Jahre 1666 machten sich Homberg, Geoffroi und Lemery in Frankreich durch ihre chemischen Versuche und Entdeckungen berühmt; und bey der neuen Einrichtung der Akademie beschäftigte sich eine eigene Klasse da-

mit, diese Wissenschaft zu erweitern. Rouelle, der im Jahre 1745 zum öffentlichen Lehrer der Chemie in Paris ernannt wurde, suchte seinen Eifer für diese Wissenschaft allen Gelehrten Frankreichs einzulösen; und von diesem Zeitpunkte an wurde die Chemie ein Modestudium. Die Zahl der ausgezeichneten Männer in derselben vervielfältigte sich, Entdeckung reihte sich an Entdeckung, und in Italien, ja sogar in Spanien; erhielt diese Wissenschaft Anhänger \*).

Nachdem Boyle und noch einige von den frühern Mitgliedern der Königlichen Societät zu London mit Tode abgegangen waren, schenkte man, wenige Individuen ausgenommen, in Großbritannien der Chemie nur geringe Aufmerksamkeit. Der Hang zu mathematischen Untersuchungen, der durch Newton's Entdeckungen geweckt worden war, war so groß, daß mehrere Jahre hindurch in England jeder Mann von Kopf sich vorzugsweise diesen widmete. Als aber Doktor Cullen im Jahre 1756 öffentlicher Lehrer der Chemie zu Edinburg wurde, so fachte er die Liebe zu dieser Wissenschaft unter den Studierenden an, und die nachfolgenden Entdeckungen von Black, Cavendish und Priestley belebten dieselben immer mehr. Da sich hiermit die ähnlichen Bemühungen der Gelehrten in Frankreich, Deutsch-

---

\*) Es ist auffallend, in einem Abriss der Geschichte der Chemie, der, wenn er auch noch so kurz abgefaßt ist, dennoch die merkwürdigsten Epochen der Wissenschaft angeben muß, Lavoisiers Namen nicht zu finden. Ohne der zahlreichen Entdeckungen, mit welchen er die Chemie bereicherte, und der bis auf seine Zeit beispiellosen Genauigkeit zu erwähnen, welche seine Versuche auszeichnet, so muß er eben so wie Stahl als einer von denen genannt werden, mit welchen eine neue Epoche in der Wissenschaft anhebt.

land, Schweden und Italien verbanden, so erhob sich die Chemie zu einer außerordentlichen Höhe. Diesen glücklichen Umständen verdankt sie die großen Fortschritte, welche sie in den letzten funfzig Jahren gemacht hat, die allgemeine Aufmerksamkeit, die sie auf sich gezogen, und das unerwartete Licht, welches sie über mehrere der wichtigsten Künste und Gewerbe verbreitet hat.

Ihr gegenwärtiger Zustand. Der Zweck, welchen ich mir bey Abfassung dieses Werkes zu erreichen vorgesetzt habe, ist der, eine soviel als möglich vollständige Uebersicht der Chemie zu liefern. Zu gleicher Zeit werde ich auf die allmählichen Fortschritte aufmerksam machen, welche die Chemie von ihrem ersten unvollkommenen Zustande an, bis zu ihrer jetzigen Ausbildung gemacht hat. Indem ich so die Geschichte der Wissenschaft mit dem Vortrage derselben verwebte, wird man sich der Thatsachen nicht allein besser erinnern, sondern sie auch richtiger einsehen, und man wird das Verdienst derjenigen, die sich um die Bervollkommnung dieser Wissenschaft verdient gemacht haben, richtiger zu würdigen im Stande seyn.

Eine vollständige Darlegung des jetzigen Zustandes der Chemie muß nicht allein eine ausführliche Aufzählung der Thatsachen, die der Chemie im engeren Sinne des Wortes angehören, sondern auch die Anwendung dieser Wissenschaft auf die Naturgegenstände, die man in drey Klassen: das Mineralreich, Pflanzenreich und Thierreich eingetheilt hat, umfassen. Dieses Werk wird demnach aus zwey Theilen bestehen. Der erste wird die Chemie im engern Sinne des Wortes, der zweyte eine chemische Untersuchung der Natur enthalten.

# Erster Theil.

## Grundsätze der Chemie.

**D**ie Chemie ist bemüht, die Bestandtheile der Wegenstand Körper auszumitteln; die Zusammensetzungen zu untersuchen, welche durch die Verbindungen dieser Bestandtheile hervorgebracht werden; und die Kräfte kennen zu lehren, welche diese Zusammensetzungen bewirken.

Diese Wissenschaft zerfällt daher von selbst in drey Theile: 1) in eine Beschreibung der Bestandtheile der Körper, oder der sogenannten einfachen Substanzen; 2) in eine Beschreibung der zusammengesetzten Körper, welche durch Verbindung der einfachen Substanzen gebildet werden; 3) in eine Aufzählung derjenigen Kräfte, welche diese Verbindungen hervorbringen, und die Verwandtschaftskräfte genannt werden. Diese drey Hauptgegenstände werden den Inhalt der drey folgenden Bücher ausmachen.

## E r s t e s B u c h .

## V o n d e n e i n f a c h e n S t o f f e n .

*Erklärung.* Unter einfachen Stoffen versteht man keinesweges das, was die Alten Elemente der Körper nannten, die nach ihnen Theilchen der Materie bezeichneten, welche keiner ferneren Zertheilung oder Verkleinerung fähig waren. Man versteht darunter solche Substanzen, welche noch nicht zerlegt worden sind, und die uns die bisher beobachteten Erscheinungen nicht erlauben für zusammengesetzt zu halten. Wahrscheinlich sind auch diejenigen Substanzen, die wir für einfach halten, zusammengesetzt, allein so lange dieß nicht durch Versuche dargethan ist, haben wir kein Recht es voraus zusetzen. Wären wir mit allen Elementen der Körper, und mit allen den Zusammensetzungen, welche sie einzugehen fähig sind, bekannt, so würde die Chemie so vollkommen, als möglich seyn; allein bis jetzt ist man noch sehr weit hier von entfernt.

*Eintheilung.* Man kennt bis jetzt ungefähr drei und dreißig einfache Stoffe, die von selbst in zwey Klassen zerfallen. Die der ersten Klasse angehörenden Stoffe lassen sich in schickliche Gefäße einschließen, mithin in einem isolirten Zustande darstellen. Diejenigen hingegen welche die zweite Klasse ausmachen, lassen sich in keinem unsrer Gefäße aufbewahren: sie lassen sich demnach nicht abgesondert darstellen, und wir schließen ihr Daseyn nur aus gewissen Erscheinungen, welche die erste Klasse der Körper und ihre Zusammen-

sezungen in gewissen Fällen hervorbringen. Man muß daher mit den Eigenschaften dieser vorläufig bekannt seyn, ehe man die Eigenschaften derjenigen Körper welche zur zweiten Klasse gehören, untersuchen kann. Es wird daher sehr nothwendig seyn, von jeder der beiden Arten besonders zu handeln. Da kein passenderer Ausdruck bis jetzt gefunden ist, so sollen die zur ersten Klasse gehörenden Stoffe sperrbare (confinnable bodies); diejenigen hingegen welche zur zweiten gezählt werden müssen, nicht sperrbare Stoffe (unconfinnable bodies) genannt werden.

## Erste Abtheilung.

### Von den sperrbaren Stoffen.

Eintheilung. Die sperrbaren Stoffe, welche jetzt ungefähr neun und zwanzig betragen, lassen sich unter folgende Hauptabschnitte bringen:

- 1) Sauerstoff.
- 2) Einfache brennbare Stoffe.
- 3) Einfache nicht brennbare Stoffe.
- 4) Metalle.

Von jedem wird in der angeführten Ordnung in den vier folgenden Kapiteln gehandelt werden.

## Erstes Kapitel.

### Vom Sauerstoffe.

Eintheilung. Die erste dieser Abtheilungen enthält nur eine einzige Substanz, den Sauerstoff; allein derselbe besitzt so eigenthümliche Eigenschaften, daß er besonders be-

trachtet werden muß; da er ferner eine so wichtige Rolle in den chemischen Erscheinungen spielt, so muß man mit ihm so bald als möglich bekannt zu werden suchen. Er läßt sich durch folgendes Verfahren darstellen.

Verfahren,  
Sauerstoff-  
gas zu berei-  
ten. Man nehme ein eisernes Gefäß, das die Gestalt A (Fig. 1.), und ungefähr 24 Kubitzoll Inhalt hat. An die Mündung desselben befestige man eine wie B (Fig. 2.) gebogene Röhre, welche durch Einschwirgeln so genau eingepaßt worden, daß keine Luft zwischen den Fugen hindurchbringen kann. Ein Flintenlauf von dem das Schwanzende abgeschnitten und der auf die beschriebene Art gebogen worden, entspricht dieser Absicht vollkommen. In das Gefäß wird gepulvertes Magnesiumoxyde (eine Substanz von der an einem andern Orte gehandelt werden wird) geschüttet, die eiserne Röhre in die Mündung der Retorte befestigt, hierauf die Retorte in das Feuer gelegt, und rund um mit glühenden Kohlen umgeben. Das Ende der Röhre wird unter die Oberfläche des Wassers mit welchem das Gefäß C (Fig. 3.) angefüllt ist, gebracht. Dieses Gefäß kann aus Holz oder auch aus mit Oelfarbe angestrichenem Zinne bestehen. An zwei der innern Seitenwände desselben ist ein drei Zoll breites Brett angebracht, über welches das Wasser einen Zoll überstehen muß. An der untern Fläche dieses Brettes ist an einer Stelle eine Vertiefung befindlich, in welche das Ende der Röhre geleitet worden.

Die Wärme treibt den größten Theil der im Gefäße enthaltenen atmosphärischen Luft aus, man sieht dieses an den Luftblasen die sich aus dem Wasser an der Stelle wo die Oefnung der eisernen Röhre befindlich ist, erheben. Nachdem die Entwicklung dieser Luftblasen einige Zeit statt gefunden

hat, so läßt sie gänzlich nach. So wie das Gefäß anfängt dunkel zu glühen, so zeigen sich aufs Neue Luftblasen, und entwickeln sich um so häufiger, je stärker das Gefäß erhitzt wird. Dieses ist der Zeitpunkt wo man die mit Wasser gefüllte gläserne Glocke D mit ihrem offenen Ende genau über die Mündung des Flintenlaufes stellt. Die Luftblasen steigen in den obern Theil der Glocke D und treiben das Wasser aus der Stelle. Nach einiger Zeit scheint die Glocke leer zu seyn, ist aber in der That mit Luft angefüllt. Man nimmt sie folgendermaßen von ihrer Stelle hinweg. Sie wird behutsam von der Röhre hinweg gerückt, hierauf eine flache Schale in das Wasser getaucht, unter die Glocke geschoben, und diese in der beschriebenen Lage fortgetragen. Die Schale muß mit etwas Wasser bedeckt seyn, um das Entweichen der Luft zu verhindern (Fig. 4.).

Eine andere Glocke kann auf eine ganz ähnliche Art mit Luft gefüllt werden; und hiermit kann man so lange fortfahren, bis entweder das Magnesiumoxyde keine Luft mehr giebt, oder bis man so viele Glocken damit angefüllt hat, als man zu seinem Vorhaben braucht. Diese Methode, Luft zu entbinden und aufzufangen, wurde zuerst vom Doktor *Mayow* angegeben, und in der Folge durch *Hales* ausnehmend verbessert. Alle Luftarten, die durch dieses oder irgend ein anderes Verfahren erhalten worden sind, oder um richtiger zu reden, alle luftförmigen Stoffe, welche von der atmosphärischen Luft verschieden sind, hat man, um sie von letzterer zu unterscheiden, *Gasarten* genannt, und dieser Nahme soll in der Folge gebraucht werden \*).

---

\*) Das Wort *Gas* wurde zuerst von *Vanhelmont* in die Chemie eingeführt. Er schien dadurch jeden Stoff bezeichnen zu

Entdeckung durch Priestley und Scheele. Diese Gasart, welche durch das oben beschriebene Verfahren erhalten worden, wurde von Priestley den 1sten August 1774 entdeckt, und von ihm dephlogistisirte Luft genannt.

Scheele entdeckte sie, ohne von Priestley's Versuchen Kenntniß zu haben, im Jahre 1775, und gab ihr den Nahmen Feuerluft. Condorcet gab ihr zuerst den Nahmen Lebensluft, und Lavoisier nannte sie in der Folge Sauerstoffgas, eine Benennung, welche allgemein angenommen worden ist, und die auch in der Folge gebraucht werden soll.

Man kann sich das Sauerstoffgas auch durch folgendes Verfahren verschaffen:

Ein andres Verfahren. D (Fig. 5) stellt eine hölzerne Wanne vor, die inwendig mit Blei oder verzinnem Kupfer belegt ist. C, ist die Höhlung der Wanne, die einen Fuß tief seyn muß. Sie wird mit Wasser bis einen Zoll über die Querleiste A B, die inwendig drei Zoll vom oberen Rande der Wanne rund umher läuft, angefüllt. In der Wanne füllt man die Glocken mit Wasser, und stellt sie umgekehrt auf die Querleiste. Diese Vorrichtung wurde zuerst von Priestley angegeben, und erhielt von den französischen Chemisten den Nah-

---

wollen, der aus den Naturkörpern durch Hitze, in Gestalt eines Dampfes, ausgetrieben werden kann. Er theilt die Gasarten in fünf Klassen ein. Seine eigenen Worte sind: Nescivit inquam schola Galenica hactenus differentiam inter gas ventosum (quod mere aer est, id est, ventus, per syderum blas commotus) gas pingue, gas siccum, quod sublimatum dicitur, gas fuliginosum, sive endimicum et gas silvestre sive incoercibile, quod in corpus cogi non potest visibile. Vanhelmont de Flatibus. §. 4.

men des pneumatisch chemischen, oder auch nur des pneumatischen Apparats, und ist in allen den Fällen, wo man mit Gasarten Versuche anstellt, von sehr großem Nutzen. In das gläserne Gefäß E schüttet man etwas gepulvertes Magnesiumoxyde, übergießt sie mit so viel von derjenigen Flüssigkeit, welche im Handel Vitriolöl, bey den Chemisten Schwefelsäure heißt, bis das Ganze in einen dünnen Teig verwandelt wird. Hierauf befestigt man in der Oeffnung des Gefäßes die Glasröhre F, die so dicht einpassen muß, daß die Luft nur allein durch die Oeffnung der Röhre entweichen kann. Diesen Zweck erreicht man, wenn man die Fugen mit etwas Glaserkitt verstreicht, und sie mit Streifen von Blase oder Leinwand, die in Kleister, oder eine Mischung von Eyweiß und Kalkerde getaucht worden sind, belegt. Das Ganze wird noch zu mehrerer Sicherheit, mit Bindfaden unwickelt \*). Das Ende der Röhre F wird in den pneumat-

---

\*) Man nennt dasjenige Verfahren, durch welches man die Fugen der Gefäße luftdicht macht, Lutiren oder verkitten: die Substanzen, deren man sich hierzu bedient, werden Ritte genannt. Der Kitt, den gewöhnlich die Chemisten anwenden, wenn die Gefäße dem Feuer ausgesetzt werden, ist fester Kitt, den man durch Zusammenreiben von gepulverter Kalkerde mit gelochtem Leinöle bereitet. Wachs, das mit ungefähr einem Achtel Serpentin zusammengeschmolzen worden, giebt, wenn die Gefäße nicht dem Feuer ausgesetzt werden, einen sehr guten Kitt ab. Die Genauigkeit chemischer Versuche hängt in sehr vielen Fällen fast ganz von dem sorgfältigen Verkitten der Fugen der Gefäße ab. Diese Operation ist immer mühsam, und es erfordert einige Übung, ehe man sie mit Sicherheit ausüben kann. Lavoisier hat in seinem *Traité élémentaire* P. III. C. 7. einige gute Vorschriften hiezu gegeben. In manchen Fällen kann man des Verkittens ganz überhoben seyn, wenn man sich eingeschnitzter Gefäße bedient.

tischen Apparat D eingesenkt, und unter die Glocke G, die vorher mit Wasser angefüllt, und auf die Querleiste gestellt worden, geleitet. Nachdem der ganze Apparat in dieser Lage befestigt worden, so wird das gläserne Gefäß E mittelst eines Lichtes oder einer Lampe erhitzt. Das Sauerstoffgas dringt durch die Röhre F hindurch, und füllt die Glocke G an. So wie diese voll ist, schiebt man sie auf einen andern Ort, und bringt eine andere Glocke an ihre Stelle. Hiermit fährt man so lange fort, bis man so viel Gas eingesammelt hat, als zu den beabsichtigten Zwecken erforderlich ist. Diese beiden Verfahrensarten das Sauerstoffgas zu entbinden, hat Scheele zuerst in seiner Abhandlung über das Feuer angegeben.

**Eigenschaften des Sauerstoffgases.** Das Sauerstoffgas ist farbenlos, und unsichtbar, wie die atmosphärische Luft. So wie diese, ist es elastisch, und kann in einem unbestimmten Grade zusammengedrückt werden, und sich ausdehnen.

**Unterhält die Flamme.** 2. Wird ein brennendes Licht in ein mit Sauerstoffgas angefülltes Gefäß getaucht, so brennt dieß mit einem solchen Glanze, daß das Auge kaum denselben zu ertragen im Stande ist, zu gleicher Zeit wird eine ungleich größere Hitze, als wenn das Licht in atmosphärischer Luft brennt, hervorgebracht. Es ist bekannt, daß ein Licht, welches in einem genau verschlossnen Raume brennt, nach Verlauf von wenigen Sekunden erlischt. Dasselbe findet statt, wenn ein brennendes Licht in Sauerstoffgas eingeschlossen wird; allein es brennt in diesem ungleich länger, als in einer gleich großen Menge atmosphärischer Luft.

**Und das Leben.** 3. Boyle hatte schon vor langer Zeit gezeigt, daß die Thiere ohne Luft nicht leben können, und

Man wußte, daß sie dieselbe Luft nicht wiederholentlich einathmen können, ohne zu ersticken. Priestley und mehrere andere Naturforscher zeigten uns, daß die Thiere ungleich länger in Sauerstoffgas, als in einer eben so großen Menge athmosphärischer Luft leben. Der Graf Morozzi setzte eine Anzahl Sperlinge, einen nach dem andern, unter eine Glasglocke, welche mit athmosphärischer Luft gefüllt, und mit Wasser gesperrt war.

	Stunden.	Minuten.
Der erste Sperling lebte . . . . .	3	0
Der zweite . . . . .	0	3
Der dritte . . . . .	0	1

Er füllte die Glocke mit Sauerstoffgas, und wiederholte den Versuch.

	Stunden.	Minuten.
Der erste Sperling lebte . . . . .	5	23
Der zweite . . . . .	2	10
Der dritte . . . . .	1	30
Der vierte . . . . .	1	10
Der fünfte . . . . .	0	30
Der sechste . . . . .	0	47
Der siebente . . . . .	0	27
Der achte . . . . .	0	30
Der neunte . . . . .	0	22
Der zehnte . . . . .	0	21

Er setzte hierauf zwei Sperlinge zugleich unter die Glocke, der eine lebte zwanzig Minuten, der andere eine Stunde länger.

Macht ein  
nen Ver-  
standtheil  
der Athmos-  
phäre aus.

4. Versuche, die in der Folge angeführt werden sollen, haben dargethan, daß in der athmosphärischen Luft zwanzig bis dreißig Procent Sauerstoffgas enthalten sind, und daß keine Substanz

in atmosphärischer Luft, der vorher alles Sauerstoffgas entzogen worden, brennen kann. Hingegen brennen brennbare Körper mit lebhaftem Glanze in Sauerstoffgase, und in anderen Gasarten, denen Sauerstoffgas zugesetzt worden. Sauerstoffgas ist mithin zum Verbrennen unumgänglich nothwendig.

5. Es ist gleichfalls durch mehrere Versuche erwiesen, daß kein Thier, welches Athem hohlt, auch nur eine kurze Zeit in einer Luftart leben könne, welche nicht Sauerstoffgas enthält. Sauerstoffgas ist mithin zum Athemhohlen unumgänglich erforderlich.

6. Werden Substanzen in Sauerstoffgas, oder in anderen Gasarten, denen Sauerstoffgas beigemischt ist, verbrannt, so bemerkt man, daß ein großer Theil des Sauerstoffgases verschwindet. Wird z. E. Kohle in Sauerstoffgas verbrannt, so findet man statt des Sauerstoffgases eine davon ganz verschiedene Gasart, welche unter dem Nahmen des kohlenfauren Gases bekannt ist. Genau dasselbe findet statt, wenn die Luft von den Thieren eingeathmet wird: ein Theil des Sauerstoffgases wird absorbirt, und die Stelle desselben wird von Substanzen, die ganz verschiedene Eigenschaften besitzen, eingenommen. Das Sauerstoffgas hat mithin, so wie die verbrannten Körper durch das Verbrennen, Veränderungen in seiner Grundmischung erlitten. Dieselbe Bemerkung läßt sich auch beim Athemholen machen.

Specifisches Gewicht. 7) Das specifische Gewicht des Sauerstoffgases ist nach Kirwan's \*) Bestimmung 0,00135, das des Wassers 1,000 gesetzt, welches immer vorausgesetzt wird,

---

\*) On Phlogiston. Sect. I.

wenn das specifische Gewicht eines Körpers ohne weitere Bestimmung angegeben wird. Es ist demnach 740mal leichter, als ein gleiches Volumen Wasser. Nach eben dieser Bestimmung verhält sich das Gewicht desselben zu dem der atmosphärischen Luft wie 1103 zu 1000. Bei einem Barometerstande von 30 Zoll und einer Temperatur von 60° wiegen 100 Kubizoll atmosphärischer Luft 31 Gran, 100 Kubizoll Sauerstoffgas 34 Gran. Die Versuche von Lavoisier stimmen mit denen von Kirwan beinahe ganz: allein Davy giebt das Gewicht von 100 Kubizoll Sauerstoffgas gleich 35,06 Granen an \*).

Verbindung 8. Wenn auch das Sauerstoffgas Jahre lang mit Wasser. mit dem Wasser in Berührung bleibt, so findet keine merkliche Absorbition desselben statt. Es ist übrigens gewiß, daß das Wasser eine kleine Menge desselben absorbiert, die aber zu unbedeutend ist, als daß sie eine auffallende Veränderung im Volumen des Gases hervorbringen könnte. Wird vermittelst eines starken Druckes das Sauerstoffgas in ein mit Wasser angefülltes Gefäß hineingepreßt, so absorbiert das Wasser die Hälfte seines Volumens von diesem Gase, und hält es aufgelöst. Dieser Versuch wurde zuerst von Paul, welcher sich mit Verfertigung künstlicher Mineralwässer beschäftigt, und sich jetzt zu London aufhält, angestellt. Damit geschwängertes Wasser unterscheidet sich weder im Geruch noch im Geschmack merklich von gewöhnlichem Wasser, doch hat man gefunden, daß es ein schätzbares Mittel in verschiedenen Krankheiten sey \*\*).

\*) Dary's Researches, p. 365.

\*\*) Man sehe Dr. Ddier's Bemerkungen darüber im achten

Erklärung 9. Der Sauerstoff kann sich mit sehr vielen  
 der chemi- Körpern verbinden, und Zusammensetzungen dar-  
 sehen Ver- stellen. Da die Verbindung der Substanzen mit  
 wandtschaft. einander in der Chemie von der größten Wichtigkeit ist, so  
 wird es nöthig seyn, ehe wir weiter gehen, eine Erklärung  
 davon zu geben. Schüttet man Kochsalz in ein Gefäß mit  
 reinem Wasser, so schmilzt es, und verbreitet sich bald, wie  
 man sich durch den Geschmack überzeugen kann, durch die  
 ganze Flüssigkeit. In diesem Falle ist das Salz mit dem  
 Wasser verbunden, und läßt sich von ihm weder durch Fil-  
 triren, noch durch irgend ein anderes mechanisches Mittel  
 trennen. Man kann jedoch durch ein sehr einfaches Verfah-  
 ren eine solche Trennung bewirken: sobald man in die Auflö-  
 sung Weingeist schüttet, so fällt das Salz in Gestalt eines  
 sehr feinen Pulvers zu Boden.

Warum löst sich das Salz im Wasser auf? Und war-  
 um fällt das Salz, wenn der Auflösung Weingeist zugesetzt  
 wird, zu Boden? Diese Fragen wurden zuerst von New-  
 ton beantwortet. Es giebt eine gewisse Anziehung zwischen  
 den Theilchen des Kochsalzes und denen des Wassers, wo-  
 durch die Vereinigung derselben, wenn sie mit einander in  
 Berührung gebracht werden, bewirkt wird. Es findet gleich-  
 falls eine Anziehung zwischen den Theilchen des Wassers und  
 Weingeistes statt, die sie gleichfalls zur Vereinigung geneigt  
 macht, und diese Anziehung ist größer, als die zwischen den  
 Theilchen des Wassers und Salzes; das Wasser verläßt dem-

---

und zehnten Bande der Bibliothèque Britannique und den An-  
 hang zu Pauls Bekanntmachung seiner künstlichen Mineralwasser.

nach das Salz, um sich mit dem Weingeiste zu verbinden, und da das Salz nun durch nichts gehalten wird, so fällt es vermöge seiner Schwere zu Boden.

Diese Kraft, vermöge welcher die Körper sich zu vereinigen streben, wurde von Newton Anziehung, von Bergmann Wahlanziehung genannt, mehrere der deutschen und französischen Chemisten haben sie Verwandtschaft \*) genannt; dieser letzte Ausdruck wird jetzt vorzugsweise gebraucht, indem die beyden anderen zu allgemein sind. Von allen Substanzen, die sich mit einander verbinden können, sagt man, daß sie Verwandtschaft gegen einander haben; diejenigen Substanzen hingegen, die sich nicht mit einander verbinden, werden als solche betrachtet, die keine Verwandtschaft gegen einander haben. So sagt man, es finde zwischen Wasser und Del keine Verwandtschaft statt. Es ergiebt sich aus dem Beispiele des Kochsalzes und Weingeistes, daß die Substanzen sich in Ansehung des Grades der Verwandtschaft gegen andere Körper unterscheiden, indem der Weingeist das Salz aus der Stelle verdrängte, und sich mit dem Wasser verband. Der Weingeist hat demnach eine nähere Verwandtschaft zum Wasser, als das Kochsalz.

Im Jahre 1719 verfiel Geoffroy auf eine Methode, die verschiedenen Grade der Verwandtschaft in Tabellen darzustellen, welche er Verwandtschaftstafeln nannte. Er stellte diejenige Substanz, deren Verwandtschaft er bestimmen wollte, an die Spitze einer Reihe und ließ nun dar-

---

\*) Hooke scheint das Wort Verwandtschaft zuerst in die Chemie eingeführt zu haben. Man sehe seine Mikrographie.

auf jede der übrigen, nach der Ordnung ihrer Verwandtschaft folgen; diejenige, welche die stärkste Verwandtschaft zu ihr hatte, stand ihr zunächst, die, welche die schwächste hatte, war am entferntesten. Dem gemäß würde die Verwandtschaft zum Weingeiste und Kochsalz folgendermaßen bezeichnet werden müssen:

Wasser.

Weingeist.

Kochsalz.

Diese Methode ist allgemein angenommen worden, und hat sehr viel zu den raschen Fortschritten der Chemie beigetragen.

Ich will nunmehr eine Tabelle von den Verwandtschaften des Sauerstoffes liefern:

Sauerstoff.	Schwefel.
Kohle.	Stickstoff.
Litan.	Nickel.
Magnesium.	Arsenik.
Zink.	Chromium.
Eisen.	Wismuth.
Zinn *),	Blei.
Uran.	Kupfer.
Molybdän.	Tellur.
Scheelium.	Platin.
Kobalt.	Quecksilber.
Antimonium.	Silber.
Wasserstoff.	Arsenikoxyde.
Phosphor.	Salpetergas.

\*) Bouillon La Grange Ann. de Chim. XXXV. 28.

Gold.	Weißes Magnesiumoxyde.
Salzsäure.	Weißes Bleioxyde.

Der Grund dieser Ordnung wird sich ergeben, wenn von den Substanzen selbst gehandelt werden wird.

## Zweites Kapitel.

Von den einfachen brennbaren Stoffen.

Unter brennbaren Stoffen verstehe ich diejenigen Substanzen, die des Verbrennens fähig sind, und unter einfachen brennbaren Stoffen diejenigen Stoffe, welche bis jetzt noch nicht zerlegt worden sind. In diese Klasse gehören nur folgende vier: Schwefel, Phosphor, Kohle und Wasserstoff. Man könnte zwar auch die Metalle unter die brennbaren Stoffe rechnen, sie unterscheiden sich aber in ihren meisten Eigenschaften so sehr von den vier genannten Substanzen, daß es zweckmäßiger ist, ihnen eine eigene Klasse anzuweisen. Alle unsere Klassifikationen sind in der That künstlich; die Natur kennt sie nicht, und unterwirft sich ihnen nicht. Dessen ungeachtet sind sie nützlich, da sie uns in den Stand setzen, eine Wissenschaft schneller kennen zu lernen, und sie zu übersehen, sollen sie uns aber diese Vortheile verschaffen, so müssen wir auf eine zu strenge Anhänglichkeit an willkürliche Definitionen Verzicht thun, weil die Natur dieselben nicht anerkennt.

## Erster Abschnitt.

## V o n S c h w e f e l.

Der Schwefel ist von den ältesten Zeiten an bekannt. Da er an mehreren Orten gebiegen gefunden wird, so konnte es nicht fehlen, daß er schon früh die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich zog. Die Alten brauchten denselben in der Arzneikunde, und bedienten sich seiner Dämpfe zum Bleichen der Wolle \*).

Eigenschaft 1. Der Schwefel ist eine harte, spröde Substanz, gewöhnlich von gelber Farbe, ohne Geruch, und von einem schwachen, jedoch bemerkbaren Geschmack.

Er ist ein Nicht-Leiter der Electricität, und wird mithin durch Reiben elektrisch. Sein specifisches Gewicht ist 1,990.

An der Luft wird der Schwefel nicht verändert. Wirft man ihn in das Wasser; so sinkt er zu Boden, und bleibt unverändert: mithin ist er in demselben unauslöslich.

Wirkung 2. Wird ein beträchtliches Stück Schwefel, der Hitze. 3. B. dadurch, daß man es in der Hand hält, einer schnellen, wiewohl gelinden Hitze ausgesetzt, so springt es mit einem knisternden Geräusche in Stücken.

Schwefel. Wird Schwefel bis zu einer Temperatur von blumen. ungefähr 170° erhitzt, so steigt er in Gestalt eines feinen Pulvers in die Höhe, das, wenn man den Versuch in einem schicklichen Apparate vornimmt, leicht gesammelt wer-

\*) Plinius. Lib. XXXV. Cap. 15.

den kann. Dieses Pulver wird Schwefelblumen \*) genannt. Wenn Substanzen, wie in diesem Falle, bey Anwendung einer mäßigen Hitze entweichen, so nennt man sie flüchtig; und der Proceß selbst, durch welchen sie in die Höhe gehoben werden, die Verflüchtigung, Sublimation.

Wird der Schwefel bis zu einer Temperatur von 213° Fahrenheit erhitzt, so schmilzt er, und wird so flüssig, als Wasser. Wird dieser Versuch in einem dünnen, gläsernen Gefäße von eysförmiger Gestalt, und kurzem Halse angestellt, so kann man das Gefäß auf glühende Kohlen stellen, ohne daß man zu besorgen braucht, es werde zerspringen. Die starke Hitze bringt den Schwefel bald zum Kochen, und verwandelt ihn in einen braun gefärbten Dampf, welcher das Gefäß anfüllt, und mit beträchtlicher Gewalt zur Mündung desselben heraus dringt.

Der Schwefel schießt in Krystallen an

3. Sehr viele Substanzen besitzen die Eigenschaft, wenn man sie im Wasser auflöst, oder vermittlest der Hitze schmilzt, regelmäßige Gestalten anzunehmen. Wird z. B. Kochsalz in Wasser aufgelöst, und diese Flüssigkeit durch die Einwirkung einer gelinden Hitze in Dampfgestalt fortgetrieben, oder mit anderen Worten, wird das Wasser langsam verdunstet, so wird sich das Salz

an

\*) Nur in diesem Zustande ist der im Handel vorkommende Schwefel erträglich rein; der Kanonenschwefel enthält gewöhnlich eine beträchtliche Menge fremder Substanzen. Die sogenannte Schwefelmilch (Lac Sulphuris), welche erhalten wird, wenn Schwefel aus seinen Verbindungen gefällt wird, ist nach meinen Versuchen eine Zusammensetzung aus Schwefel und etwas Wasser. Nicholson's Journal IV, 102.

am Boden des Gefäßes in Gestalt von Würfeln ansetzen. Diese regelmäßige Figuren werden Krystalle genannt. Auch der Schwefel besitzt die Eigenschaft zu krystallisiren. Wird er geschmolzen, und, so wie die Oberfläche beginnt fest zu werden, der darunter befindliche flüssige Schwefel ausgeleert, so bietet die innere Hohlung lange nadelförmige Krystalle dar, welche eine oktaedrische Gestalt haben. Dieses Verfahren, den Schwefel zu krystallisiren, hat Nouelle angegeben. Wird der Versuch in einem gläsernen Gefäße, oder in einer flachen, eiseren Pfanne angestellt, so bemerkt man, daß die Krystalle anschießen, so wie die Temperatur bis auf  $220^{\circ}$  herabsinkt.

4. Wird der Schwefel in einem offenen Gefäße im Fluß erhalten, so wird er allmählig dick und klebrig. Wird er in diesem Zustande in ein Gefäß mit Wasser gegossen, so zeigt er eine rothe Farbe, und ist so geschmeidig als Wachs. Man bedient sich desselben, um Pelttschafte, geschnittene Steine, Münzen u. s. w. abzuformen. Diese Abdrücke sind unter dem Nahmen der Schwefelabgüsse bekannt. Setzt man ihn einige Tage der freien Luft aus, so erhält er bald seine ursprüngliche Sprödigkeit wieder, verliert aber die rothe Farbe nicht. Man glaubt jetzt, daß der, durch anhaltendes Schmelzen klebrig und roth gewordene Schwefel sich mit etz  
 Schwefel: was Sauerstoff verbunden habe. Man muß ihn  
 oxyde. also in diesem Zustande nicht als reinen Schwefel, sondern als eine Zusammensetzung aus Schwefel und Sauerstoff betrachten. Fourcroy hat diesem, so modificirten Schwefel, den Nahmen Schwefel oxyde gegeben \*).

\*) In einem späteren Zusaze, welchen der Verfasser als Anz

Wird durch  
Verbrennen  
in eine Säure  
verwandelt.  
delt.

5. Wird der Schwefel unter dem Zutritte der freien Luft bis zu einer Temperatur von  $560^{\circ}$  erhitzt, so entzündet er sich von selbst, brennt mit einer blassen, blauen Flamme, und stößt zu gleicher Zeit eine große Menge Dämpfe von einem sehr erstickenden Geruche aus. Wird er entzündet, und unter eine mit Sauerstoffgas gefüllte Glocke gebracht, so brennt er mit einer hellen, röthlich weißen Flamme, und es entwickeln sich zu gleicher Zeit eine große Menge Dämpfe. Hält die Hitze lange genug an, so brennt aller Schwefel weg, ohne Asche oder einen festen Rückstand zu lassen. Werden die Dämpfe gesammelt, so findet man, daß sie gänzlich aus Schwefelsäure bestehen. Durch das Verbrennen ist mithin der Schwefel in eine Säure \*) verwandelt worden. Dieses Faktum

hang dem vierten Bande beigelegt hat, bemerkt er, daß er das sogenannte Schwefelorynde, welches durch Schmelzen des Schwefels in einem tiefen Gefäße erhalten wird, untersucht habe.

Die Farbe desselben war dunkelviolet, es hatte einen faßrigen Bruch, ein spezifisches Gewicht von  $\frac{2}{325}$ ; und eine zähe Konsistenz. Die Analyse ließ nur 2,4 Procent Sauerstoff in demselben finden. Da der Verfasser aber einen Strom der gasförmigen oxydirten Salzsäure durch Schwefelblumen gehen ließ, so bildete er ein anderes Dryde, welches 6,2 Procent Sauerstoff enthielt. Die Eigenschaften unterschieden diese Substanz sehr von derjenigen, welche bisher für das Dryde des Schwefels gehalten worden. (Eine ausführliche Nachricht von diesen Versuchen findet man in Nicholson's Journal VI. p. 92). Noch vermuthet Thomson, daß dieses Dryde und nicht der reine Schwefel einen Bestandtheil des schwefelhaltigen Wasserstoffgases, und vielleicht aller schwefelwasserstoffhaltigen Zusammensetzungen ausmache.

\*) Säuren sind eine Klasse zusammengesetzter Substanzen, die in der Folge beschrieben werden sollen. Sie unterscheiden sich

war seit mehreren Jahrhunderten bekannt, allein bis auf  
 Sta h l s Zeiten hatte niemand, eine auch nur einigermaßen  
 befriedigende Erklärung desselben gegeben. Dieser Chemist  
 versuchte es, und gründete auf seine Erfahrungen eine so aus-  
 nehmend sinnreiche Theorie, die er durch eine sehr große Men-  
 ge von Thatsachen unterstützte, daß sie in sehr kurzer Zeit  
 mit Bewunderung von den Naturforschern angenommen wur-  
 de, und nicht wenig dazu beitrug, die Chemie zu dem Ran-  
 ge unter den Wissenschaften zu erheben, von welchem sie das  
 lächerliche Bestreben der älteren Chemisten ausgeschlossen hatte.

Stahls Er-  
 klärung  
 hiervon. Nach St a h l giebt es nur eine einzige Sub-  
 stanz in der Natur, welche des Verbrennens fä-  
 hig ist, diese nannte er demzufolge Phlogiston, und alle  
 diejenigen Substanzen, die entzündlich sind, enthalten nach  
 ihm mehr oder weniger von demselben. Das Verbrennen be-  
 steht nur allein in der Abscheidung dieser Substanz. Alle  
 diejenigen Körper, in denen nichts von derselben enthalten ist,  
 sind seiner Meinung zufolge unverbrennlich. Alle brennbaren  
 Körper, diese ausgenommen, welche aus reinem Phlogiston be-  
 stehen (wenn es ja solche geben sollte), sind aus einer unver-  
 brennlichen Substanz und aus Phlogiston zusammengesetzt.  
 Während dem Verbrennen entweicht das Phlogiston, und der  
 unverbrennliche Körper bleibt zurück. Verbrennt man z. B.  
 Schwefel, so ist die zurückbleibende Substanz Schwefelsäure  
 ein unverbrennlicher Körper. Schwefel besteht demnach aus  
 Schwefelsäure und Phlogiston.

---

durch ihren sauren Geschmack, und durch die Eigenschaft, die sie  
 besitzen, die blaue Farbe mehrerer Pflanzenaufgüsse, z. B. die der  
 Lackmustinktur und des Weisensyrups, in eine rothe zu ver-  
 wandeln.

Um diese Theorie gegen alle Einwürfe zu sichern, mußte gezeigt werden, daß man die Schwefelsäure dadurch erhalten könne, daß man das Phlogiston vom Schwefel abscheidet, und daß sich Schwefel bilden läßt, wenn man Schwefelsäure mit Phlogiston vereinigt. Diese beiden Punkte suchte *Stahl* zu beweisen. Wird Kali \*) und Schwefel zusammengemischt und erhitzt, so schmelzen sie, und bilden eine spröde Masse von brauner Farbe, die aus den zwei mit einander verbundenen Substanzen besteht. Diese Zusammensetzung reibt man zu Pulver, und setzt sie in einem flachen Gefäße einem gelinden Feuer aus. Der Schwefel verschwindet allmählig, man findet an seiner Stelle Schwefelsäure, die mit Kali verbunden ist. In diesem Falle, sagt *Stahl*, zerstreut die gelinde Wärme das Phlogiston, und läßt die Säure zurück. Um den Schwefel wieder zusammenzusetzen, darf man mit der Säure nur einen Körper verbinden, der Phlogiston enthält. Die Kohle ist ein solcher Körper, denn sie ist verbrennlich, und enthält demnach nach *Stahls* Theorie Phlogiston. Verbrennt man sie, so bleibt ein äußerst-geringer Rückstand, mithin enthält sie kaum etwas anders, als Phlogiston. Er vermischte dem zufolge die aus Kali und Schwefelsäure bestehende Zusammensetzung mit dem vierten Theile Kohlenpulver dem Gewichte nach, schüttete die Mischung in einen Schmelztiegel, stülpte einen anderen darüber, und gab ein starkes Feuer. Nach dem Abkühlen untersuchte er den Inhalt der Gefäße. Die Kohle war verschwunden, und in dem Tiegel war nur

---

\*) Die Eigenschaften des Kali sollen in der Folge erörtert werden. Es ist das in der *Pottasche* enthaltene Salz im Zustande der Reinheit.

eine Mischung von Kali und Schwefel übrig, die von der rückständigen Kohle eine dunklere Farbe, als gewöhnlich hatte. In dem Tiegel waren anfänglich drei Substanzen, Kali, Schwefelsäure und Kohle; die beiden letzteren waren verschwunden, und an ihrer Stelle fand man Schwefel. Der Schwefel mußte mithin aus der Verbindung derselben entstanden seyn. Die Kohle besteht aber aus Phlogiston und einem sehr geringen Rückstande, der noch im Schmelztiegel vorgefunden wird. Der Schwefel muß demnach durch Verbindung der Schwefelsäure mit Phlogiston \*) gebildet worden seyn. Diese einfache, lichtvolle Erklärung schien so befriedigend, daß man lange Zeit die Zusammensetzung des Schwefels für eine der am besten bewiesenen Wahrheiten der Chemie hielt.

*ist unbefriedigend.* Es giebt aber zwei Thatsachen, welche Stahl entweder nicht kannte, oder auf die er nicht gehörig achtete, und für welche seine Theorie nicht im Stande ist, eine befriedigende Erklärung zu geben. Die erste ist, daß der Schwefel nicht brennt, wenn der Zutritt der Luft gänzlich abgehalten wird; die zweite ist die, daß die Schwefelsäure schwerer ist, als der Schwefel, aus dem sie gebildet worden ist.

Um für diese oder ähnliche Thatsachen Erklärungen aufzufinden, modificirten spätere Chemisten Stahls Theorie auf mannigfaltige Art. Einige sprachen dem Phlogiston alle Schwere ab, andere erklärten es für einen negativ schweren Stoff. Dennoch blieb es unerklärt, warum

---

\*) Stahlii Opusc. Chimico-physico-med. Anatomia Sulphuris Com. p. 749.

zum Verbrennen des Schwefels die Luft erfordert werde. Endlich unternahm Lavoisier, der sich schon durch seinen umfassenden Blick, die Strenge seiner Versuche, und die Gültigkeit seiner Schlüsse bei so vielen andern Gelegenheiten ausgezeichnet hatte, die Untersuchung dieses Gegenstandes, und machte seine Versuche in den Jahrbüchern der französischen Akademie vom Jahre 1777 bekannt. Er schüttete Schwefel in ein weites gläsernes Gefäß, das mit Luft angefüllt war, stellte es umgekehrt in ein anderes Gefäß, welches Quecksilber enthielt, und entzündete hierauf den Schwefel vermittelst eines Brennglases. Er brannte mit einer blauen, mit dicken Dämpfen vergesellschafteten Flamme, verlösch aber bald, und konnte nicht wieder angezündet werden. Dessenungeachtet hatte sich etwas Schwefelsäure erzeugt, die beträchtlich schwerer war, als der verschwundene Schwefel; die Luft des Gefäßes hatte gleichfalls eine Verminderung des Gewichtes erlitten, welche der bemerkten Zunahme des Gewichtes der Schwefelsäure gleich war. Der Schwefel muß demnach während seiner Umwandlung in Säure einen Theil der Luft absorbirt haben. Er schüttete hierauf eine Verbindung aus Schwefel und Eisen in ein mit Luft angefülltes Gefäß, und kehrte dieses über dem Wasser um \*). Die in dem Gefäße enthaltene Luft verminderte sich achtzehn Tage lang, wie man aus dem Steigen des Wassers, das in den luftleeren Raum eindrang, bemerken konnte; allein nach dieser Periode fand keine Verminderung ferner statt. Als er das schwefelhaltige Eisen untersuchte, fand er, daß es etwas

---

\*) Dieser Versuch wurde zuerst von Scheele, allein in ganz verschiedener Absicht, angestellt.

an Gewicht zugenommen hatte, und die im Gefäße befindliche Luft hatte eben so viel an Gewicht verloren. Der Luft war aller Sauerstoff entzogen worden; folglich mußte die ganze Menge Sauerstoff sich mit dem schwefelhaltigen Eisen verbunden haben. Ein Theil des Schwefels war in Schwefelsäure verwandelt worden; und da der ganze übrige Antheil des schwefelhaltigen Eisens unverändert war, so mußte nothwendig alles das, was eine Gewichtszunahme veranlaßt hatte, von etwas herrühren, das sich mit dem Theile des Schwefels verbunden hatte, der in Säure verwandelt worden war. Dieses Etwas ist, wie wir wissen, der Sauerstoff; die Schwefelsäure muß demnach aus Schwefel und Sauerstoff bestehen; denn da das ursprüngliche Gewicht aller derjenigen Stoffe, die in dem Gefäße enthalten waren, genau dasselbe blieb, so findet auch nicht der entfernteste Grund statt, zu vermuthen, daß irgend ein Stoff den Schwefel verlassen habe.

Es ist mithin unmöglich, daß der Schwefel aus Schwefelsäure und Phlogiston bestehen könne, wie Stahl behauptete, indem der Schwefel selbst als Bestandtheil in die Zusammensetzung dieser Säure eingetret. Es muß demnach entweder ein Mangel an Genauigkeit bei den Versuchen statt gefunden haben, durch welche Stahl die Zusammensetzung des Schwefels zu beweisen suchte, oder er muß Fehlschlüsse in seinen Folgerungen gemacht haben, denn es ist unmöglich, daß hier zwei sich widersprechende Thatsachen statt finden können. Untersucht man das Kali und den Schwefel, die in Stahls Versuchen hervorgebracht werden, so findet man, daß sie ungleich weniger wiegen, als die Kohle, Schwefelsäure und das Kali, die ursprünglich zu dem Versuche ge-

nommen wurden. Etwas muß demnach während der Einwirkung der Hitze entweichen seyn. Wird der Versuch in einem verschlossnen Gefäße, in Verbindung mit dem pneumatisch = chemischen Apparate angestellt, so erhält man eine Menge Gas, deren Gewicht genau so viel beträgt, als der Gewichtsverlust derjenigen Substanzen, mit welchen der Versuch angestellt wurde; und dieses Gewicht übertrifft beträchtlich das der angewandten Kohle. Dieses Gas ist Kohlensaures Gas, welches, wie in der Folge gezeigt werden soll, aus Kohle und Sauerstoff besteht. Jetzt sieht man ein, was in diesem Versuche vorgeht. Die Kohle hat bei einer hohen Temperatur eine größere Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe, als der Schwefel. Bringt man demnach bei einer solchen Temperatur Kohle mit Schwefelsäure in Berührung, so verbindet sich der, in der Säure befindliche Sauerstoff mit derselben, beide entweichen als Kohlensaures Gas, und der Schwefel bleibt zurück. In dem ersten Versuche von Stahl rührte die Umwandlung des Schwefels in Schwefelsäure offenbar von der Absorbition des Sauerstoffes aus der atmosphärischen Luft her. Dieses ist der Grund, warum die Mischung in einem offenen Gefäße befindlich seyn muß.

Das Verbrennen des Schwefels ist demnach nichts anders, als die Verbindung desselben mit dem Sauerstoffe; nach allem dem, was wir von demselben wissen, muß er den einfachen Stoffen beigezählt werden.

Verwandtschaften des Schwefels. 6. Die Verwandtschaften des Schwefels sind nach Bergmann folgende.

Feuerbeständige Alkalien. Zinn.

Eisen. Blei.

Kupfer. Silber.

Wismuth.

Arsenik.

Antimonium.

Molybdaen.

Quecksilber.

## Zweiter Abschnitt.

V o m P h o s p h o r.

Man kann den Phosphor durch folgendes Verfahren bereiten. Knochen werden so lange der Einwirkung des freien Feuers angesetzt, oder, wie es in der Sprache der Chemisten heißt, calcinirt, bis sie nicht mehr dampfen, oder einen Geruch von sich geben, alsdann werden sie in ein feines Pulver verwandelt. Von diesem Knochenpulver schüttet man hundert Theile in eine porcellanene oder irdene Schale, übergießt sie mit vier Theilen Wasser dem Gewichte nach, und gießt in verschiedenen Zeiträumen (indem man die Mischung bei jedem erneuerten Zugießen umrührt) vierzig Theile Schwefelsäure zu. Die Mischung erhitzt sich, und es entwickelt sich eine beträchtliche Menge Luftblasen \*). In diesem Zustande läßt man die Mischung vier und zwanzig Stunden lang: und rührt sie von Zeit zu Zeit mit einem gläsernen oder porcellanen Stäbchen um, um die Einwirkung der Säure auf das Knochenpulver zu befördern \*\*).

Jetzt schüttet man das Ganze auf ein Filtrum von Tuch,

\*) Das häufige Entweichen von Luftblasen wird in der Chemie Aufbrausen genannt.

\*\*\*) Fourcroy und Bauquelin Mem. de L'Inst. II. 282.

Die durch das Filtrum hindurch gehende Flüssigkeit wird in einer porcellanen Schale gesammelt; nachdem das weiße Pulver, welches auf dem Filtro zurückbleibt, wiederholentlich mit Wasser übergossen, und die hindurchlaufende Flüssigkeit zu der schon erhaltenen zugesüttet worden, wirft man den, auf dem Filtro zurückbleibenden Rückstand als unbrauchbar hinweg.

Zu der, in der Porcellanschale befindlichen Flüssigkeit, welche einen sehr sauren Geschmack hat, wird eine Auflösung von Bleizucker in Wasser langsam zugegossen. Es fällt augenblicklich ein weißes Pulver zu Boden; mit dem Zuschütten der Bleizuckerauflösung muß so lange fortgefahren werden, als sich noch etwas von diesem Pulver ausscheidet. Das Ganze wird wieder auf das Filtrum gebracht. Das weiße Pulver, welches auf dem Filtro zurück bleibt, wird wohl ausgewaschen, getrocknet, und mit ungefähr dem sechsten Theile (dem Gewichte nach) Kohlenpulver vermischt. Diese Mischung wird in eine irdene Retorte gethan (Fig. 5), diese in ein Sandbad \*) gelegt, und der Hals derselben so in ein Gefäß mit Wasser eingetaucht, daß die Mündung desselben unter der Oberfläche des Wassers liegt. Eine vollständige Abbildung des Apparates ist Fig. 6. zu sehen. Es wird Feuer gegeben, und dieß allmählig bis zum Rothglühen der Retor-

---

\*) Unter einem Sandbade versteht man in der Chemie ein eisernes, einem Topfe oder einem tiefen Becken ähnliches Gefäß, das mit Sand angefüllt ist. Gläserne oder irdene Gefäße werden in den Sand eingetaucht, und hierauf der äußere Behälter erhitzt. Der Nutzen, welchen der Sand gewährt, ist der, daß die Hitze gleichförmiger angewendet wird; dieses sichert die Gefäße mehr vor dem Zerspringen.

te verstärkt. Eine zahlreiche Menge Luftblasen bringen zum Halse der Retorte heraus. Von diesen entzündeten sich einige, so wie sie die Oberfläche des Wassers erreichen. Endlich tröpfelt eine Substanz heraus, welche geschmolzenem Wachs ähnelt, und unter dem Wasser fest wird \*). Diese Substanz ist der Phosphor.

Geschichte seiner Entdeckung. Er wurde zufällig von Brandt einem Ham-  
burger Chemisten im Jahre 1669 \*\*) bei der Gelegenheit entdeckt, als er versuchte, aus dem menschlichen Harn eine Flüssigkeit zu bereiten, die Silber in Gold verwandeln sollte. Er zeigte davon eine Probe Kunkeln, einem berühmten deutschen Chemisten, der hiervon einem gewissen Kraft zu Dresden als von einer Neuigkeit Nachricht gab. Kraft verfügte sich unmittelbar nach Hamburg, und kaufte Brandts sein Geheimniß, zugleich mit dem Versprechen, für zwei hundert Thaler ab, es keinem andern zu entdecken. Er bot bald hierauf seinen Phosphor in Frankreich und England öffentlich aus, und erwartete ohne Zweifel, daß es sein Glück machen würde. Kunkel, der Kraft seine Absicht, sich die Bereitungsart des Phosphors zu verschaffen, entdeckt hatte, fand sich durch die heimtückische Aufführung seines Freundes gekränkt, und suchte jetzt selbst die Bereitungsart zu erfinden. Es gelang ihm endlich im Jahre 1674, ungeachtet er weiter nichts wußte, als daß der Urin diejenige Substanz sey, aus welcher Brandt den Phosphor bereitet habe\*\*\*). Dem gemäß ist Kunkel, und zwar mit Recht, den Entdeckern des Phosphors beigezählt worden.

\*) Die Theorie dieses Versuches wird in der Folge erklärt werden.

\*\*\*) Homberg Mem. Par. 1692.

\*\*\*\*) Dieses ist Kunkels eigener Bericht. Man sehe sein

Auch Boyle entdeckte den Phosphor. Zwar versichert Leibniz, daß Boyle das Verfahren von Kraft gelernt habe, und Kraft erzählte diesen Umstand an Stahl. Allein die Behauptung eines Geheimnißfrämers und eines Mannes, der seinen eigenen Freund hintergangen hat (denn auf Kraft's Nachricht beruht die ganze Behauptung) kann der Aeußerung von Boyle nicht entgegen gestellt werden, der nicht nur einer der größten Naturforscher, sondern auch einer der tugendhaftesten Männer seiner Zeit war, und dieser versichert bestimmt, daß er die Entdeckung gemacht, ohne vorher die Bereitungsart gekannt zu haben \*).

Boyle theilte das Verfahren dem Gottfried Hankwitz, einem Londner Apotheker mit, der mehrere Jahre lang ganz Europa mit Phosphor versah. Dieß ist der Grund, warum diese Substanz lange Zeit bei den Chemisten den Namen des englischen Phosphors führte. Andere Chemisten hatten gleichfalls den Versuch gemacht, Phosphor zu bereiten, wie es aber scheint, ohne Erfolg \*\*); bis im Jahre 1737 ein Fremder in Paris sich erbot, das Verfahren, Phosphor zu bereiten, mitzutheilen. Die französische Regierung versprach ihm dafür eine Belohnung. Mellot, Dufay, Geoffroy und Duhamel überzeugten sich, daß er seinem Versprechen ein Genüge leiste, und Mellot machte in den Jahrbüchern der französischen Akademie vom Jahre 1737 eine sehr vollständige Nachricht von diesem Ver-

---

Laboratorium Chymicum p. 660.; wie auch Wiegleb's Geschichte des Wachstums und der Erfindungen in der Chemie. V.I. S. 42.

\*) Boyle's Works abridged by Shaw III. 174.

\*\*) Stahlii Fundam. Chym. II. 58.

fahren bekannt. Markgraf \*) verbesserte im Jahre 1740 die Bereitungsart des Phosphors ungemein, allein noch war sie langweilig, kostspielig und ekelhaft.

Im Jahre 1769 machte Gahn, ein schwedischer Chemist, die Entdeckung, daß der Phosphor in den thierischen Knochen enthalten sey \*\*), und Scheele \*\*\*) lehrte bald das Verfahren, ihn aus den Knochen abzuscheiden. Jetzt wird der Phosphor allgemein auf diese Art bereitet. Das im Anfange dieses Abschnittes beschriebene Verfahren rührt von Fourcroy und Bauquelin her: es unterscheidet sich von dem Scheelischen, wie in der Folge gezeigt werden soll, in mehreren Stücken.

Eigenschaften  
ten dessel-  
ben. I. Wenn der Phosphor rein ist, so ist er halb-  
durchsichtig und von gelblicher Farbe, hat er aber  
einige Zeit im Wasser gelegen, so wird er auswendig undurch-  
sichtig, und hat dann sehr viel Aehnlichkeit mit weißem  
Wachse. In Rücksicht der Konsistenz nähert er sich gleichfalls  
dem Wachse sehr. Er läßt sich mit einem Messer schneiden,  
und auch mit den Fingern stückweise abkneifen. Im Wasser

\*) Misc. Berol. 1740 III. 249. und Mem. de l'Acad. de Berlin 1746. 289.

\*\*) Bergman's Anmerkungen zu Scheffer.

\*\*\*) Scheele phys. chem. Werke. B. I. S. XXXIX. Crell sagt in seiner Lebensbeschreibung von Scheele ausdrücklich: „Auch sind wir ihm das Meisterstück Chemischer Zerlegungskunst, die Scheidung der Phosphorsäure aus den Knochen schuldig, wie aus einem gedruckten Briefe von Scheele an Gahn, der sonst für den Erfinder gehalten wurde, deutlich erhellet.“

„Die Zeit, wenn diese wichtigen Entdeckungen gemacht wurden, läßt sich, nach den angegebenen Umständen, nicht genau ausmachen.“

ist er unauf löslich. Sein mittleres specifisches Gewicht beträgt 1,770.

2. Er schmilzt bei einer Temperatur von  $99^{\circ}$  \*). Man muß ja nicht außer Acht lassen, den geschmolzenen Phosphor unter Wasser zu halten, denn er ist so entzündlich, daß er nicht wohl bei dem Zutritte der freien Luft geschmolzen werden kann, ohne sich zu entzünden. Wenn der Phosphor frisch bereitet ist, so ist er stets schmutzig, indem er mit Kohlenstaub und andern Unreinigkeiten vermischt ist. Man befreiet ihn hievon, wenn man ihn unter Wasser schmilzt, und dann durch ein Stück reine Gemshaut durchpreßt. Er läßt sich in Stängelchen formen, wenn man ihn in einem gläsernen Trichter mit langer Röhre, die am Ende mit einem Korke verschlossen ist, schüttet, und das Ganze in warmes Wasser taucht. Der Phosphor schmilzt, und nimmt die Gestalt der Röhre an. Nach dem Erkalten kann man ihn sehr leicht mit einem Stückchen Holz herausstoßen.

Wird der Zutritt der Luft abgehalten, so verdunstet der Phosphor bei  $219^{\circ}$ , und kocht bei  $554^{\circ}$  \*\*).

Brennt, 3. Ist der Phosphor der atmosphärischen Luft wenn er der Luft ausge-  
setzt ist. ausgesetzt, so stößt er, wenn die Temperatur nicht unter  $43^{\circ}$  ist, einen weißen Dampf aus, der nach Knoblauch riecht und im Finstern leuchtet. Dieser Dampf wird um so häufiger, wenn die Temperatur höher wird, er wird durch das allmähliche Verbrennen des Phosphors veranlaßt, der nach und nach gänzlich verschwindet.

4. Wird ein Stückchen Phosphor in eine gläserne, mit

\*) Pelletier Journal de Physique XXXV, 330.

\*\*\*) Ibid. pag. 331.

Sauerstoffgas gefüllte Flasche gebracht, so löst das Gas bei einer Temperatur von  $60^{\circ}$  einen Theil des Phosphors auf; allein der Phosphor fängt nicht eher an zu leuchten, als bis die Temperatur bis auf  $80^{\circ}$  erhöht worden ist \*). Hieraus ersiehet man, daß der Phosphor in der atmosphärischen Luft bei einer niederen Temperatur brennt, als im Sauerstoffgas. Dieses langsame Verbrennen des Phosphors bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre macht es nöthig, daß man ihn in mit Wasser angefüllten Flaschen aufbewahre. Eigentlich muß das Wasser, dessen man sich zu diesem Zwecke bedient, vorher gekocht werden, um die geringe Menge Luft auszutreiben, welche in demselben gewöhnlich enthalten ist. Die Flaschen müssen an einem dunkeln Orte aufbewahrt werden; denn, wenn der Phosphor dem Lichte ausgesetzt ist, so nimmt er bald eine weiße Farbe an, die allmählig in eine dunkelbraune übergeht. So verändert nennen ihn die französischen Chemisten Phosphoroxyde, weil sie behaupten, daß er in diesem Zustande nicht mehr reiner, sondern mit einer geringen Menge Sauerstoff verbundener Phosphor sey. Frisch bereiteter Phosphor enthält stets etwas von diesem Phosphoroxyde, man kann letzteres aber leicht dadurch abscheiden, wenn man die Mischung in Wasser taucht, dessen Temperatur ungefähr  $100^{\circ}$  ist. Der Phosphor schmilzt, während das Oxyde unverändert zurückbleibt, und letzteres schwimmt auf der Oberfläche des geschmolzenen Phosphors.

Steinacher hat die Bemerkung gemacht, daß wenn man Phosphor in eine gläserne Röhre bringt, und ihn einer Temperatur von  $211^{\circ}$  aussetzt, er anfangs zu leuchten, und

---

\*) Fourcroy et Vauquelin Annales de Chemie XXI, 196.

weiße Dämpfe ausstöße, die sich in dem obern Theile der Röhre verdichten. Diese weißen Dämpfe betrachtete er als ein Phosphoroxyde. Der Luft ausgesetzt, entzündet es sich, zieht Feuchtigkeit an, und wird in phosphorichte Säure verwandelt (Man sehe Ann. de Chim. Vol. XLVII. pag. 104). Es ist äußerst wahrscheinlich, daß der Phosphor in diesem Zustande eines Dryde im phosphorhaltigen Wasserstoffgase enthalten ist.

Das Ver- 5. Wird der Phosphor bis 148° erhitzt, so  
brennen ver-  
wandelt ihn. entzündet er sich, brennt mit einer sehr hellen  
Flamme und stößt eine große Menge eines weißen Dampfes  
aus, der im Finstern leuchtet; zu gleicher Zeit verbreitet er  
einen Geruch, der einige Aehnlichkeit mit dem des Knob-  
lauchs hat. Er verbrennt ohne einen Rückstand zu lassen;  
allein der weiße Dampf verhält sich, wenn er gesammelt wird,  
wie eine Säure. Stahl hielt diese Säure für Salzsäure \*).  
Nach ihm ist der Phosphor eine Zusammensetzung aus Salz-  
säure und Phlogiston, und das Verbrennen desselben bestand,  
seiner Meinung zufolge, in einer Abscheidung des letzteren. Er  
versicherte sogar, daß um Phosphor zu machen, nichts weiter  
erforderlich sey, als Salzsäure mit Phlogiston zu verbinden;  
und daß dieß keine größere Schwierigkeiten mache, als bei  
dem Schwefel \*\*).

Diese Behauptungen fanden unbedingten Glauben, und  
man beredete sich, daß man die Zusammensetzung und Natur  
des Phosphors vollkommen kenne, bis Markgraf im  
Jahre

\*) Diese Säure soll in der Folge beschrieben werden.

\*\*) Stahls dreihundert Versuche.

Jahre 1740 seine Versuche bekannt machte. Dieser ausgezeichnete Mann, welcher den berühmten Naturforschern beizugehört werden muß, die vorzüglich zu dem schnellen Wachstume der Chemie beigetragen haben, versuchte Phosphor dadurch zusammenzusetzen, daß er Salzsäure mit Phlogiston in Verbindung brachte. Ungeachtet er aber seine Versuche auf unzählige Art abänderte, die Säure in sehr verschiedenem Zustande wählte, und eine Menge von Substanzen versuchte, um aus ihnen das Phlogiston zu erhalten, so mißglückten doch alle seine Versuche, und er sah sich genöthigt, dieses Vorhaben als unerreichbar aufzugeben. Als er die durch in Phos. das Verbrennen des Phosphors erhaltene Säure Phosphorsäure. untersuchte, so fand er, daß sie sich in ihren Eigenschaften wesentlich von der Salzsäure unterscheidet. Sie war demnach eine eigenthümliche Substanz. Man gab ihr den Namen Phosphorsäure; und erklärte den Phosphor für eine Zusammensetzung aus dieser Säure und Phlogiston.

Im Jahre 1772 wurde aber von Morvean \*) die Bemerkung gemacht, daß die Phosphorsäure mehr wiege, als der Phosphor, aus dem sie erhalten würde \*\*), und Boyle hatte schon früher gezeigt, daß der Phosphor nur beim Zutritte der atmosphärischen Luft brenne. Diese Thatsachen zeigten zur Genüge, wie unrichtig die Vorstellungen von der Zusammensetzung des Phosphors wären; doch blieben die hierbei stattfindenden Schwierigkeiten ungelöst, bis Lavoisier jene merkwürdigen Versuche bekannt machte, welche soviel

\*) Digress. Acad. p. 253.

\*\*\*) Dieselbe Bemerkung hatte schon früher Markgraf gemacht, allein man hatte sie keiner Aufmerksamkeit gewürdigt.

Licht über die Natur und Zusammensetzung der Säuren verbreiten \*).

Wie Phosphor, mit Sauerstoff verbunden ist.

Er machte, mittelst einer Luftpumpe, eine gläserne Kugel luftleer, und nachdem er auf das genaueste ihr Gewicht bestimmt hatte, füllte er sie mit Sauerstoffgas, und brachte hundert Gran Phosphor in dieselbe. Die Glaskugel war mit einem Hahne versehen, durch welchen man nach Belieben Sauerstoffgas zulassen konnte. Der Phosphor wurde mit Hilfe eines Brennglases entzündet. Das Verbrennen ging sehr rasch von Statuten, und war mit einer lebhaften Flamme unter Entwicklung einer starken Hitze vergesellschaftet. An die innere Fläche der Kugel setzte sich eine große Menge weißer Flocken an, und machte sie undurchsichtig; diese wurden zuletzt so häufig, daß ungeachtet des steten Zuflusses von Sauerstoffgas der Phosphor erlosch. Nachdem die Kugel abgekühlt war, wurde sie, ehe man sie öffnete, gewogen. Die Menge von Sauerstoffgas, sowie des Phosphors, die während des Versuches verbraucht worden waren, wurden auf das genaueste gewogen, eben so wurde das Gewicht des Phosphors, der noch unverändert vorhanden war, bestimmt. Die weißen Flocken, welche reine Phosphorsäure waren, wogen genau soviel, als der Phosphor und das Sauerstoffgas, welche während dem Versuche verschwunden waren. Die Phosphorsäure muß demnach aus der Verbindung dieser beiden Substanzen entstanden seyn; denn das absolute Gewicht aller Ingredienzen war vor und nach dem Versuche genau dasselbe \*\*). Es ist

\*) Mem. Par. 1778 und 1780.

\*\*\*) Lavoisier, Traité elem. Part. I. Chap. V.

mithin unmöglich, daß der Phosphor aus Phosphorsäure und Phlogiston zusammengesetzt seyn könne, da der Phosphor selbst in die Zusammensetzung dieser Säure eingeht.

Das Verbrennen des Phosphors besteht demnach eben so, wie beim Schwefel, aus einer Verbindung des Sauerstoffes mit diesen Substanzen: denn während dem Versuche kommt außer der Säure, deren Bildung freilich mit vieler Hitze und Licht vergesellschaftet ist, keine ander Substanz zum Vorscheine.

Phosphorhaltiger Schwefel. 6. Der Phosphor verbindet sich, wie Markgraf bei seinen Versuchen über den Phosphor gefunden hat, sehr leicht mit dem Schwefel. Diese Verbindung ist in der Folge von Pelletier untersucht worden. Beide Substanzen lassen sich in sehr verschiedenen Verhältnissen mit einander verbinden. Werden 72 Grane Phosphor und 9 Gran Schwefel in ungefähr 4 Unzen Wasser erhitzt, so schmelzen sie bei einer gelinden Hitze. Die Zusammensetzung bleibt bis zur Temperatur von 77° flüssig, dann wird sie fest \*). Diese Substanzen wurden auf dieselbe Art in folgenden Verhältnissen verbunden:

4 Phosphor	}	werden fest bei 59°.
1 Schwefel		

---

\*) Es ist einige Vorsicht bei der Bereitung dieser Zusammensetzung nöthig; denn wenn sie zu heftig erhitzt wird, so explodirt sie mit großer Heftigkeit, dringt aus dem Gefäße heraus, treibt alles Wasser vor sich her, und brennt mit lebhaftem Glanze. Die Explosion rührt von der schnellen Bildung zweier Gasarten her, die in der Folge beschrieben werden sollen. Man nennt sie schwefelhaltiges Wasserstoffgas und phosphorhaltiges Wasserstoffgas.

4 Phosphor	}	werden fest bei 50°.
2 Schwefel		
4 Phosphor	}	. . . 41°.
4 Schwefel		
4 Phosphor	}	. . . 99°.
12 Schwefel		

Waltet der Phosphor vor, so heißt die Zusammensetzung phosphorhaltiger Schwefel; waltet der Schwefel vor, so heißt sie schwefelhaltiger Phosphor.

Phosphor und Schwefel lassen sich auch ohne Wasser zusammenschmelzen; allein die Verbindung erfolgt so rasch, daß die Mischung aus dem Gefäße herausströmt: man muß daher ein sehr mäßiges Feuer geben \*).

7. Der Phosphor verbindet sich gleichfalls mit vielen andern Substanzen: man nennt diese Verbindungen phosphorhaltige Zusammensetzungen.

8. Wird der Phosphor innerlich gebraucht, so ist er giftig \*\*). In sehr kleinen Gaben (etwa von einem Viertel Gran) soll er, wenn er sehr fein zertheilt ist, nach Leroi, äußerst wirksam seyn, die durch sinnliche Ausschweifungen gesunkenen Kräfte wieder herzustellen \*\*\*); ich glaube, daß dieses nichts anders sagen will, als daß er ein Aphrodisiakum sey.

Die Verwandtschaften des Phosphors sind bis jetzt noch nicht ausgemittelt worden.

\*) Pelletier Jour. de Phys. XXXV. 382.

\*\*\*) Ann. de Chim. XXV. 87.

\*\*\*) Nicholson's Journ. III. 85.

## Dritter Abschnitt.

Von dem Kohlenstoffe oder dem Diamanten.

Verfahren Wird ein Stück Holz in einen Schmelztiegel ge-  
 Kohle zu ber  
 reiten. than, gehdrig mit Sand überdeckt, und einige Zeit  
 rothglühend erhalten, so wird es in eine schwarze, glänzen-  
 de, zerbrechliche Substanz, die weder Geruch noch Geschmack  
 hat, verwandelt, die unter dem Nahmen Kohle allgemein  
 bekannt ist. Was man sich auch für einer Holzart zur Verei-  
 zung der Kohle bedient, so besitzt diese dennoch dieselben Ei-  
 genschaften, wosern man nur das Holz eine Stunde lang in  
 einem bedeckten Schmelztiegel der Hitze einer Schmiedeeffe  
 aussetzt \*).

Eigenschaf-  
 ten dersel-  
 ben.

I. Die Kohle ist im Wasser unaufslöblich. Die  
 größte Hitze, die man hervorbringen kann, zer-  
 stört sie nicht (nur muß alle Feuchtigkeit, so wie der Zutritt  
 der Luft, davon abgehalten werden); sie wird dadurch nur  
 härter und glänzender.

Sie ist ein vortrefflicher Leiter der Electricität, und be-  
 sitzt außerdem viele Eigenschaften, die ihren Gebrauch äu-  
 ßerst wichtig machen. Sie fault und verrottet nicht wie Holz,  
 und wird daher durch die Zeit nicht zerstört. Diese Eigen-  
 schaft ist seit den ältesten Zeiten bekannt. Man pflegt des-  
 wegen die Außenseite derjenigen Pfähle, die man in den  
 feuchten Boden, oder in das mit Wasser bedeckte Erdreich ein-  
 schlägt, zu verkohlen, um sie dadurch gegen das Verderben  
 zu sichern. Wird frisch gebrannte Kohle in Zeuge, die einen

\*) Wenn man diese Vorsicht nicht anwendet, so finden wesent-  
 liche Unterschiede in den Eigenschaften der Kohle statt. Die Ur-  
 sache davon wird in dem dritten Kapitel des zweiten Buches die-  
 ses Werkes angegeben werden.

unangenehmen Geruch angenommen haben, eingewickelt, so wird dieser dadurch zerstört. Wird sie mit Speisen, die anfangen in Fäulniß überzugehen, gekocht, so nimmt sie ihnen das üble Ansehn und den unangenehmen Geruch. Sie ist vielleicht das beste bekannte Zahnpulver. L o w i t z hat gezeigt, daß man sich ihrer mit großem Vortheile als Reinigungs- und Klärungsmittel bei vielen Substanzen bedienen könne.

Abсорбirt  
Wasser, Luft  
und Sauer-  
stoff.

2. Frisch bereitete Kohle saugt begierig Feuchtigkeit ein. Wird sie bis zu einer gewissen Temperatur erhitzt, so absorbirt sie eine beträchtliche Menge athmosphärischer Luft. La M e t h e r i e tauchte eine glühende Kohle in Quecksilber, um sie auszulöschen, und brachte sie hierauf unmittelbar in ein gläsernes Gefäß, das mit athmosphärischer Luft angefüllt war. Die Kohle absorbirt eine Menge Luft, die ihrem Volumen vierfach genommen gleich war. Wurde die Kohle in Wasser getaucht, so entwich ein Fünftheil der absorbirten Luft. Bei der Untersuchung fand man, daß die aus der Kohle ausgeschiedene Luft eine weit geringere Menge Sauerstoff enthielt, als die athmosphärische. Eine andere Kohle wurde auf dieselbe Art getödtet, und hierauf in ein, mit Sauerstoff angefülltes Gefäß gebracht. Die Menge des absorbirten Sauerstoffgases, war dem achtfachen Volumen der Kohle gleich. Beim Eintauchen der Kohle in Wasser entwich der vierte Theil der absorbirten Luft \*).

Diese Eigenschaft der frischbereiteten Kohle Luft zu absorbiren ist von F o n t a n a, P r i e s t l e y, S c h e e l e und M o r v e a u beobachtet worden; allein M o r o z z o war der erste

\*) Jour. de Phys. XXX. 309.

Naturforscher, der eine Reihe genauer Versuche über diesen Gegenstand bekannt gemacht hat. Er tauchte eine rothglühende Kohle, die zwölf Linien lang war, und acht Linien im Durchmesser hatte, in ein mit Quecksilber angefülltes Gefäß, und ließ sie hierauf in eine gläserne Röhre, die über dem Quecksilber aufgestellt war, steigen. Die Röhre war 144 Linien lang, hatte 12 Linien im Durchmesser, und war mit atmosphärischer Luft angefüllt. Das Quecksilber stieg um 42 Linien, folglich waren  $\frac{1}{3,4}$  von der Luft absorbiert worden. Bediente man sich des Sauerstoffgases statt der atmosphärischen Luft, so wurde nur  $\frac{1}{6,4}$  vom Volumen der Luft absorbiert \*).

Diese Versuche sind kürzlich nach einem größeren Maaßstabe von Rouppé, Professor der Chemie zu Rotterdam in Verbindung mit dem Doctor Van Noorden wiederholt worden. Sie füllten einen kupfernen Cylinder, der luftdicht war, mit rothglühenden Kohlen an, kühlten ihn unter Wasser ab, und brachten ihn unter eine gläserne, mit Luft angefüllte Glocke. Siebzehn Kubizoll Kohle absorbirten in fünf Stunden 48 Kubizoll, oder  $\frac{1}{2,8}$  ihres Volumens an Luft: dieselbe Menge Kohle absorbirte in 12 Stunden 46 Kubizoll Sauerstoffgas, oder  $\frac{1}{2,7}$  ihres Volumens \*\*). Diese Absorbition ist weit beträchtlicher, als sich nach früheren Versuchen erwarten ließ.

\*) Jour. de Phys. 1785.

\*\*) Ann. de Chim. XXXII, 3.

Reinigung der Kohle. Aus Senneber's Versuchen hatte man gefolgert, daß die der atmosphärischen Luft ausgesetzte Kohle aus dieser eine größere Menge Sauerstoffgas, als Stickgas, das den andern Bestandtheil der Atmosphäre ausmacht, absorbirt \*). Kouppe und Van Noorden haben aber gezeigt, daß dieses sich nur dann ereignet, wenn die Kohle glühend ist: kalte Kohle absorbirte, ihren Erfahrungen zufolge die atmosphärische Luft unverändert. Die gewöhnliche Kohle, welche durch Verbrennen des Holzes erhalten wird, ist nicht gänzlich rein, man kann ihr aber die Unreinigkeiten dadurch entziehen, daß man sie pulvert, wiederholentlich mit reinem Wasser wäscht, und sie dann vermittlest einer heftigen Hitze in verschlossenen Gefäßen trocknet.

Wird durch 3. Wird Kohle ungefährr bis auf  $302^{\circ}$  \*\*) er-  
 Verbrennen in kohlen-saur-  
 res Gas ver- wandelt. zündet sie sich: Hat man sie vorher von den Erden und Salzen, welche sie gewöhnlich enthält, befreit, oder nimmt man Lampenschwarz, welches beinahe ganz reine Kohle ist, so verbrennt sie ohne einen Rückstand zu lassen. Berichtet man dieß Verbrennen in verschlossenen, mit Sauerstoffgas, statt mit atmosphärischer Luft, angefüllten Gefäßen, so verschwindet ein Theil der Kohle und des Sauerstoffgases, und man findet an ihrer statt eine eigenthümli-

\*) Jour. de Phys. XXX. 308.

\*\*) Ich schätzte diese Temperatur, indem ich die Zeit bestimmte, in welcher eine Kohle auf einer eisernen Platte, die bis zum Rothglühen erhitzt war, zu brennen aufhört, und indem ich das Verhältniß des Ablühlens nach Newton's Methode, die in der Folge beschrieben werden soll, berechnete.

Die Gasart, die jenen beiden Bestandtheilen vollkommen gleich ist. Dieses Gas hat die Eigenschaften einer Säure, die, da sie in einem gasförmigen Zustande erscheint, Kohlen-saures Gas genannt worden ist. Lavoisier, dem wir diese Entdeckung verdanken, mittelste durch eine zahlreiche Menge von Versuchen aus, daß das kohlen-saure Gas eine Zusammensetzung aus 28 Theilen Kohle, und 72 Theilen Sauerstoff sey \*).

Zusammensetzung der Kohle. Lavoisier setzte voraus, daß die Kohle eine einfache Substanz sey, und nannte sie daher, um dieses zu bezeichnen Kohlenstoff, (carbonne). Andere Naturforscher waren aber der Meinung, daß die Kohle ein zusammengesetzter Körper wäre, und aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehe. Die Richtigkeit dieser Meinung, welche, soweit ich mich erinnere, zuerst Dr. Bancroft \*\*) aufgestellt hat, ist kürzlich durch die Versuche von Guyton Morveau außer allen Zweifel gesetzt worden.

Eigenschaften des Diamanten. 4. Der Diamant ist ein Edelstein, der seit den frühesten Zeiten bekannt ist. Ist er rein, so ist er durchsichtig, wie ein Krystall, allein ungleich glänzender. Er kommt in sehr abweichender Gestalt vor; gewöhnlich ist er krystallisirt, und zwar als ein sechsseitiges Prisma, das von einer sechsseitigen Pyramide begränzt wird. Er ist der härteste von allen bekannten Körpern; noch so wohl gehärteter Stahl greift ihn nicht an, Diamantpulver kann nur dadurch erhalten werden, daß man einen Diamanten gegen den andern reibt. Sein specifisches Gewicht beträgt ungefähr 3,5. Er ist ein Nichtleiter der Electricität.

\*) Mem. Par. 1781. pag. 447.

\*\*) Philosophy of Permanent Colours I, 48.

5. Weil eine beträchtliche Hitze keine Wirkung auf den Diamanten hervorbringt, so hielt man ihn lange Zeit für unverbrennlich. Da Newton die Beobachtung machte, daß brennbare Körper das Licht stärker brechen, als andere, und da er fand, daß der Diamant diese Eigenschaft in einem vorzüglich hohen Grade besitze, so schloß er, daß derselbe gleichfalls ein verbrennlicher Körper sey. Diese sonderbare Vermuthung wurde im Jahre 1694 durch die Florentiner Akademisten in Gegenwart von Cosmus II, Großherzoge von Florenz, außer Zweifel gesetzt. Sie verbrannten mit Hülfe eines Brennglases mehrere Diamanten. Der Römische Kaiser, Franz I. bewerkstelligte in der Folge die Zerstörung mehrerer anderen durch Ofenfener. Diese Versuche wurden von Nouvelle, Macquer und Darcet wiederholt. Sie bestätigten, daß unter diesen Umständen der Diamant nicht als Dunst entweiche, sondern wirklich verbrenne, und daß er, wenn der Zutritt der Luft völlig abgehalten werde, keine Veränderung erleide\*).

und bildet  
kohlenstoff  
res Gas. Erst um das Jahr 1772 fing man an, die bei diesem Verbrennen erhaltenen Produkte näher zu untersuchen. Lavoisier zeigte in einer in diesem Jahre bekannt gemachten Abhandlung, daß beim Verbrennen des Diamanten kohlenstoffsaures Gas erhalten werde, und daß eine auffallende Aehnlichkeit zwischen ihm und der Kohle statt finde\*\*). Im Jahre 1785 machte Guyton Morveau die Bemerkung, daß der Diamant verbrenne, wenn man ihn in geschmolzenen Salpeter fallen läßt, daß er, bei diesem

\*) Mem. Par. 1766. 1770. 1771. 1772.

\*\*\*) Lavoisier III, 160.

Verbrennen keinen Rückstand lasse, und sich hierbei ganz wie Kohle verhalte \*). Diese Versuche wurden im Jahre 1797 von Tennant mit größerer Genauigkeit wiederholt \*\*). Seine Erfahrungen führten ihn zu den Folgerungen, daß das ganze Produkt des Verbrennens beim Diamanten kohlen-saures Gas sey; daß ein bestimmtes Gewicht Diamant genau so viel kohlen-saures Gas liefere, als eine gleiche Menge Kohle; und daß Diamant und Kohle völlig aus denselben Bestandtheilen bestehen.

unterscheidet sich von der Kohle. 6. Der Schluß, daß der Diamant nichts anderes, als Kohle sey, schien dem, was der Augenschein bei Vergleichung beider Substanzen lehrt, gänzlich zu widersprechen. Die Farbe, Härte, das spezifische Gewicht und die elektrischen Eigenschaften sind bei beiden ausnehmend verschieden. Selbst in Rücksicht des Verbrennens finden bei beiden auffallende Unterschiede statt. Die Kohle entzündet sich bei der Rothglühhitze, und ist sie einmal entzündet, so brennt sie in Sauerstoffgas so lange fort, bis sie gänzlich verzehrt worden. Der Diamant hingegen muß, ehe er zu brennen anfängt, den durch ein großes Brennglas verdichteten Sonnenstrahlen, oder einer Temperatur, die nicht weniger, als 5000° \*\*\*) beträgt, ausgesetzt werden; auch

\*) Encyc. Method. Chim. I, 742.

\*\*) Phil. Trans. 1797. p. 123.

\*\*\*) Herr George McKenzie fand hingegen, daß der Diamant, wenn er unter einer Muffel bis zum 14ten oder 15ten Grad nach Wedgwood's Pyrometer erhitzt wird, brenne; diese Temperatur ist aber beträchtlich niedriger, als von 5000° Fahrenheit. Nicholson's Journal. IV, 104. Da dieser Versuch in der Absicht angestellt wurde, um genau die Temperatur zu bestimmen, bei welcher der Diamant brennt, so ist sie zuverlässiger, als die

dann verzehrt er sich nur langsam, und hört in demselben Augenblicke auf zu brennen, wenn das Brennglas hinweggenommen wird. Die Oberfläche desselben, nimmt eine schwarze, der Kohle ähnliche Farbe an; diese Rinde wird bald verzehrt, und an ihre Stelle tritt eine andere. Auf diese Art verschwand bei Morveau's Versuchen in dem Focus des berühmten Lschirnhauseuschen Brennglases ein Diamant, der 3,089 Gran (Troy Gewicht) wog, allmählich binnen der Zeit von 1 Stunde 40 Minuten, während das der Sonne ausgesetzte Thermometer 104 Grad zeigte.

Morveau fand, daß ein Theil Diamant sich während dem Verbrennen mit 4,592 Theilen Sauerstoff verbindet, und daß das dadurch gebildete kohlen saure Gas 5,592 Theile wieget. Folglich besteht das kohlen saure Gas aus einem Theile Diamant, und 4,592 Theilen Sauerstoff; oder was dasselbe ist, 100 Theile kohlen saures Gas sind zusammengesetzt aus:

$$\begin{array}{r} 16,88 \text{ Diamant.} \\ 82,12 \text{ Sauerstoff.} \\ \hline 100,00 \text{ **)}. \end{array}$$

Lavoisier mittelte aber aus, daß sich ein Theil Kohle beim Verbrennen mit 2,5714 Theilen Sauerstoff verbindet, und 3,5714 Theile kohlen saures Gas liefert. Demnach bestehen 100 Theile kohlen saures Gas aus:

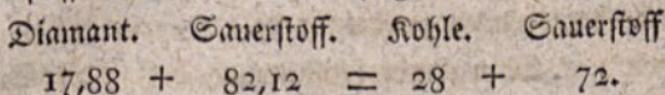
$$\begin{array}{r} 28 \text{ Kohle.} \\ 72 \text{ Sauerstoff.} \\ \hline 100 \end{array}$$

---

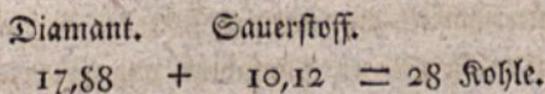
von Morveau, der die Data nicht angiebt, welche er bei seiner Schätzung zum Grunde legte.

\*) Ann. de Chim. XXXI, 90. \*\*) Ann. de Chim. XXXI, 99.

Allein 100 Theile kohlenfaures Gas bestehen gleichfalls, wie oben bemerkt wurde, aus 17,88 Diamant und 82,12 Sauerstoff. Wir haben daher folgende Gleichung:



Wenn man demnach auf beiden Seiten der Gleichung 72 Theile Sauerstoff abzieht, so erhält man:



Dies will soviel sagen, daß 28 Theile Kohle aus 17,88 Diamant, und 10,12 Sauerstoff bestehen. Mithin sind 100 Theile Kohle zusammengesetzt aus:

63,85 Diamant.
36,15 Sauerstoff.
100,00.

Der Dia- Wir sehen demnach, daß der Diamant und die  
mant ist ve- Kohle verschiedene Eigenschaften besitzen. Erst-  
ner Kohlen- rer ist eine einfache Substanz, die Kohle ist also  
stoff. eine Zusammensetzung aus Diamant und Sauerstoff, oder  
sie ist das, was die französischen Chemisten ein *Dry de des  
Diamants* nennen. Der Diamant ist demnach diejenige  
Substanz in ihrer Reinheit, welche Lavoisier und seine  
Anhänger Kohlenstoff nannten; Kohle ist nicht, wie  
sie voraussetzten, Kohlenstoff, sondern ein Kohlenstoff-  
oxyde.

Kohlenstoff- 6. Die Kohle verbindet sich mit sehr vielen Sub-  
haltige Ver- stanzten, welche den Nahmen der Kohlenstoff-  
bindungen. haltigen Verbindungen erhalten haben; noch ist aber  
die Ordnung, in welcher die verschiedenen Substanzen sich in  
Rücksicht ihrer Verwandtschaft gegen die Kohle folgen, nicht

ausgemittelt worden. Ich kann hier nur von den zwei Zusammensetzungen, welche die Kohle mit dem Schwefel und Phosphor bildet, handeln, da erst von diesen beiden Stoffen im vorhergehenden geredet wurde.

Kohlenstoffhaltiger Schwefel. 7. Man glaubte sonst immer, daß sich der Schwefel nicht mit der Kohle verbinde: allein Desormes und Clement, zwei französische Chemisten, die mit besonderer Aufmerksamkeit die Eigenschaften der Kohle verfolgt haben, haben kürzlich ein Verfahren angegeben, diese Verbindung zu bewirken. Man füllt eine porcellanene Röhre mit Kohle, und leitet sie so durch einen Ofen, daß das eine Ende derselben beträchtlich tiefer liegt, als das andere. An das tiefer liegende Ende kittet man eine weite Glasröhre von solcher Länge und Gestalt, daß ihr unteres Ende auf den Boden einer mit Wasser angefüllten Flasche reicht. An das höher liegende Ende der porcellanenen Röhre kittet man eine andere Glasröhre, die mit kleinen Stückchen Schwefel angefüllt ist, und deren äußerste Oeffnung so verschlossen ist, daß durch sie zwar ein Drath hindurchgeht, mittelst dessen man den Schwefel vorwärts stoßen kann, allein der äußeren Luft der Zugang verschlossen wird. Die porcellanene Röhre, mithin auch die in ihr enthaltene Kohle, werden bis zum Rothglühen erhitzt, und so lange in dieser Temperatur erhalten, als sich noch Luftblasen aus der Kohle entwickeln. So wie sich keine mehr zeigen, stößt man langsam den Schwefel Stück für Stück in die porcellanene Röhre. Es geht eine gasförmige Substanz durch die gläserne Röhre hindurch, und verdichtet sich in dem Wasser der Flasche zu einer tropfbaren Flüssigkeit. Diese Flüssigkeit ist der kohlenstoffhaltige Schwefel.

Ist diese Zusammensetzung rein, so ist sie durchsichtig und ohne Farbe. Sie hat einen kühlen, stechenden Geschmack,

und ihr Geruch ist stark und eigenthümlich. Ihr specifisches Gewicht ist 1,3. Sie verbindet sich nicht mit dem Wasser. Bringt man sie unter die Glocke einer Luftpumpe, und nimmt man die Luft hinweg, so bringt sie in Blasen durch das Wasser, und nimmt einen gasförmigen Zustand an. Dieselbe Veränderung findet statt, wenn man sie in den luftleeren Raum, der im Obertheile einer Barometerröhre befindlich ist, bringt; sie wird aber wieder zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichtet, wenn durch das Eintauchen der Röhre in Quecksilber ein Druck auf sie hervorgebracht wird.

Der kohlenstoffhaltige Schwefel brennt leicht, wie Weingeist und einige andere entzündliche Flüssigkeiten. Während dem Verbrennen stößt er einen schweflichen Geruch aus; es wird Schwefel abgesetzt, und es bleibt Kohle als Rückstand. Bringt man eine geringe Menge desselben in eine mit Sauerstoff angefüllte Flasche, so verbindet er sich allmählig mit dem Sauerstoffe, und nimmt einen gasförmigen Zustand an. Nähert man ein brennendes Licht der Mündung der Flasche, so entzündet sich die Mischung augenblicklich, und es erfolgt eine so heftige Explosion, daß das Zerspringen des Gefäßes zu besorgen ist. Auch dann, wenn der kohlenstoffhaltige Schwefel mit der atmosphärischen Luft in Berührung ist, geht er aus dem tropfbar flüssigen in einen gasförmigen Zustand über. Letztere Mischung detonirt nicht, wenn sie entzündet wird, sondern brennt ruhig.

Der kohlenstoffhaltige Schwefel löst den Phosphor mit Leichtigkeit auf. Auch eine kleine Menge Schwefel wird von demselben aufgenommen; auf die Kohle hingegen äußert er keine Wirkung. (Ann. de Chim. XLII. 136. \*)

---

\*) Mit dem von *Clemens und Desormes* erhaltenen Pro-

8. Der Phosphor kann sich mit dem Kohlenstoffe, oder vielmehr mit der Kohle verbinden. Diese Zusammensetzung, welche

dukte scheint Lampadius Schwefelalkohol (Grens Neues Journal der Physik. B. III. S. 304, und Neues allgemeines Journal der Chemie. B. II. H. II. S. 192.) wenn auch nicht völlig übereinzustimmen, doch Aehnlichkeit zu haben.

Lampadius entdeckte dieses liquide Schwefelprodukt im Jahre 1796, als er Schwefelkies mit Kohle in der Absicht destillirte, um eine größere Menge Schwefel als auf dem gewöhnlichen Wege zu erhalten. In der Folge fand er, daß die Destillation des verkieseten Holzes, ferner von Gemengen aus Holz und Schwefelkies, Braunkohle und Schwefelkies, Steinkohle und Schwefelkies, bituminösem Holz und Schwefelkies, Kohlenblende und Schwefelkies, dasselbe Produkt lieferten.

Die Eigenschaften, welche Lampadius von dieser Flüssigkeit anzieht, sind folgende:

- 1) Sie besitzt einen durchdringenden Geruch.
- 2) Eine sehr große Flüchtigkeit. Der Schwefelalkohol siedet bei  $32^{\circ}$  Reaum. bei einem Barometerstande von 26 Zoll 6 Linien. Er erregt bei der Berührung die heftigste Kälte, und übertrifft in dieser Hinsicht alle bekannten Flüssigkeiten.
- 3) Das specifische Gewicht ist 1,300 (das des Wassers gleich 1,000 gesetzt).
- 4) Dieses Produkt ist sehr entzündlich, und zwar durch den schwächsten elektrischen und galvanischen Funken. Das Produkt des Verbrennens ist eine beträchtliche Menge Schwefelsäure, und etwas Wasser, Kohlensäure wurde nicht bemerkt. Die Flamme ist lang, blau und ohne allen Rauch.
- 5) Es vermischt sich leicht mit dem Weingeist.
- 6) Der Phosphor löst sich ohne alle künstliche Wärme mit großer Schnelligkeit in dieser Flüssigkeit auf. Bringt man etwas von dieser Auflösung auf Papier, so entzündet sie sich nach 10 bis 15 Minuten von selbst. Die Auflösung in Wasser gegossen leuchtet nicht. Bei einer Temperatur von  $10^{\circ}$  Reaum. ließ sich leicht ein

welche den Rahmen der phosphorhaltigen Kohle erhalten hat, ist zuerst von Proust untersucht worden. Es ist diejenige rothe Substanz, welche zurückbleibt, wenn frisch bereiteter Phosphor durch eine Gemshaut gepreßt wird. Um von ihr eine geringe Menge Phosphor, welche derselben beigemischt ist, abzuschneiden, thut man sie in eine Retorte, und setzt sie einige Zeit einer mäßigen Hitze aus. Was in der Retorte zurück bleibt, ist die reine phosphorhaltige Kohle. Sie ist ein leichtes, flockiges Pulver, von einer lebhaften Orangefarbe, und hat weder Geruch noch Geschmack. Wird sie unter dem Zutritte der Luft erhitzt, so brennt sie rasch, und es bleibt Kohle zurück. Wird die Retorte, in welcher diese Zusammensetzung enthalten ist, bis zum Rothglühen erhitzt, so geht der Phosphor über, und die Kohle bleibt zurück. (Ann. de Chim. XXXIV, 44.)

ein gleiches Gewicht von Phosphor mit dem Schwefelalkohol verbinden.

7) Er bricht das Licht außerordentlich stark.

8) Das Wasser nimmt nur einen geringen Theil davon in sich.

Die Gegenwart des Wasserstoffes und Schwefels, die als Hauptbestandtheile dieser Zusammensetzung angesehen werden müssen, ist aus den angeführten Eigenschaften keinem Zweifel unterworfen. Problematischer ist das Daseyn des Kohlenstoffes. Fernere Versuche müssen entscheiden, in wiefern dieses Produkt mit dem von Element und Desormes erhaltenen kohlenstoffhaltigen Schwefel übereinkommt, oder sich davon unterscheidet. Ein merkwürdiger Unterschied zwischen beiden ist der, daß das Produkt von Element und Desormes nach dem Verbrennen schwarze verbrennliche Kohle zurückließ, das von Lampadius hingegen ohne den geringsten Rückstand verbrannte. Ann. d. U.

## Vierter Abschnitt.

## V o m W a s s e r s t o f f e.

Der vierte und letzte der einfachen, brennbaren Stoffe, zu welchem wir jetzt kommen, läßt sich durch folgendes Verfahren darstellen.

In eine Retorte, die bei A eine Oeffnung hat \*) (Fig. 7.), schütte man einen Theil Eisenfeile; dann verschließe man diese Oeffnung mit einem Kork, der so durchbohrt ist, daß der gebogene Trichter B durch die Oeffnung luftdicht hindurchgeht. Auch der Kork muß auf das genaueste der Luft den Ausweg verschließen. Die Mündung C der Retorte wird unter Wasser gebracht; und durch den Trichter 2 Theile Schwefelsäure, die vorher mit 4 Theilen Wasser (dem Volumen nach) verdünnt worden, auf die Eisenfeile geschüttet. So wie diese mit der Säure in Berührung kommt, erfolgt ein dem Kochen ähnliches Aufbrausen, und es dringen zur Mündung der Retorte eine große Anzahl Luftblasen heraus. Man läßt die ersten entweichen, bis man voraus setzen kann, daß die atmosphärische Luft, welche vorher die Retorte füllte, durch das neugebildete Gas aus der Stelle gedrängt worden sey. Man stellt hierauf eine umgekehrte, mit Wasser gefüllte Glocke auf das Brett des pneumatischen Apparates, so, daß sie genau über der Mündung der Retorte steht. Luftblasen dringen mit Lebhaftigkeit in die Glocke, und füllen sie bald an. Die durch dieses Verfahren erhaltene Gasart wird Wasser-

---

\*) Dergleichen Retorten werden Tubulat, Retorten genannt.

stoffgas genannt. Sonst nannten es die Chemisten brennbare Luft, einige auch wohl Phlogiston.

Manow und Hales erhielten dieses Gas aus verschiedenen Substanzen, die Bergleute kannten es aber schon ungleich früher unter dem Nahmen des feurigen Schwaden. Allein Cavendish muß als der eigentliche Entdecker desselben angesehen werden; er war der erste, welcher den Unterschied zwischen der atmosphärischen Luft und dieser Gasart zeigte, und der den größten Theil ihrer Eigenschaften ausgemittelt hat \*). Priestley, Scheele, Sennebier und Volta haben in der Folge gleichfalls zur genaueren Kenntniß derselben viel beigetragen.

Eigenschaft des Wasserstoffgas. 1. Das Wasserstoffgas ist wie die atmosphärische Luft unsichtbar und elastisch, und einer unbeschränkten Zusammendrückung und Ausdehnung fähig.

Sein specifisches Gewicht ist nach den verschiedenen Graden seiner Reinheit verschieden. Kirwan fand es 0,00010 \*\*), Lavoisier 0,000094 \*\*\*), oder ungefähr zwölffmal leichter als atmosphärische Luft.

2. Alle brennenden Substanzen verlöschen augenblicklich, wenn sie in diese Gasart eingetaucht werden: sie ist mithin unfähig das Verbrennen zu unterhalten.

3. Läßt man kleine Thiere dieses Gas einathmen, so sterben sie augenblicklich; größere Thiere halten die Einwirkung desselben länger aus. Scheele fand, daß er es einige Zeit

\*) Phil. Trans. LVI. 141.

\*\*) Kirwan on Phlogiston, Sect. I.

\*\*\*) Lavoisier, Traité elem.

lang ohne große Unbequemlichkeit einathmen konnte \*); allein Fontana, welcher diesen Versuch wiederholte, behauptete, daß dieses von dem Antheile atmosphärischer Luft herrühre, die in dem Zeitpunkte, da er das Wasserstoffgas einzuathmen angefangen, in den Lungen vorhanden gewesen sey; denn wenn er, ehe er das Wasserstoffgas einathmete, seine Lungen so sehr, als möglich, von atmosphärischer Luft leerte, so konnte er dieses Gas nur dreimal nach einander einathmen, und selbst dieses verursachte ihm eine außerordentliche Schwäche und Brustbeklemmungen \*\*).

Der sinnreiche Naturforscher Davy, der so manche scharfsinnige und wichtige, oft auch gewagte Versuche über die Respiration, und hauptsächlich an sich selbst angestellt

\*) Scheele.

\*\*\*) Jour. de Phys. IV, 99. Pilatre de Rozier bestätigte öffentlich die Behauptungen von Scheele. Er athmete, ohne Unbequemlichkeit zu empfinden, aus einer Blase sechs bis siebenmal nach einander Wasserstoffgas ein. Um die Anwesenden zu überzeugen, daß die von ihm eingeathmete Luft wirklich Wasserstoffgas sey, so hauchte er nach einem starken Einathmen die Luft durch eine lange Röhre langsam aus. Da er ein brennendes Licht an das andere Ende der Röhre hielt, so entzündete sich das Gas, und brannte einige Zeit lang. Man machte ihm den Einwurf, daß das eingeathmete Gas mit atmosphärischer Luft vermischt sey. Um dieses zu widerlegen, mischte er einen Theil atmosphärischer Luft mit neun Theilen Wasserstoffgas, und nachdem er die Mischung eingeathmet hatte, so athmete er sie auf die oben beschriebene Art wieder aus. So wie er das Licht der Röhre näherte, erfolgte eine Explosion, die sich bis zu dem in seinem Munde befindlichen Gas hin erstreckte, und ihm beinahe alle Besinnung raubte. Anfänglich glaubte er, daß es ihm alle Zähne aus dem Munde geschlagen hätte, glücklicher Weise trug er aber keinen Schaden davon. Man sehe Jour. de Phys. XXVIII, 425.

hat, fand, nachdem er freiwillig seine Lungen so sehr als möglich von atmosphärischer Luft geleert hatte, daß er das Wasserstoffgas nur mit der größten Mühe eine halbe Minute lang einathmen konnte. Es verursachte ihm unangenehme Empfindungen in der Brust, augenblicklichen Verlust der Muskelkräfte, und zuweilen einen vorübergehenden Schwindel \*). Leerte er aber vorher seine Lunge nicht aus, so konnte er es ungefähr eine Minute lang ohne große Unbequemlichkeit einathmen \*\*\*). War es mit einer beträchtlichen Menge atmosphärischer Luft vermischt, so verursachte die Respiration desselben keinen Nachtheil.

4. Füllt man eine Flasche mit Wasserstoffgas  
 brennlich. und nähert man ein brennendes Licht der Mündung derselben, so entzündet sich das Gas, und brennt, bis es gänzlich verzehrt ist. Ist das Wasserstoffgas rein, so hat die Flamme eine weiße Farbe; hat aber dasselbe irgend eine andere Substanz, wie es oft der Fall ist, aufgelöst, so hat nach Verschiedenheit der Substanzen die Flamme verschiedene Farben. Gewöhnlich ist die Farbe der Flamme röthlich, weil das Gas etwas Kohle aufgelöst enthält. Ein rothglühendes Eisen entzündet das Wasserstoffgas gleichfalls. Ich habe durch Versuchen gefunden, daß die Temperatur, bei welcher sich dieses Gas entzündet, ungefähr  $1000^{\circ}$  beträgt.

Mischt man reines Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zusammen, so bleiben sie unverändert, nähert man aber ein brennendes Licht der Mischung, oder läßt man einen elektrischen Funken durch dieselbe hindurchschlagen, so entzündet sie

\*) Davy's Researches. pag. 400.

\*\*\*) Ibid. pag. 466.

sich mit erstaunlicher Heftigkeit, und es erfolgt eine sehr starke Explosion. Mischt man diese beiden Gasarten in dem Verhältnisse, daß man einen Theil Sauerstoffgas, dem Volumen nach, gegen 2,527 Theile Wasserstoffgas, oder genauer, daß man 85 Theile Sauerstoffgas dem Gewichte nach mit 15 Theilen Wasserstoffgas vermischt, so explodirt die Mischung, wenn man sie entzündet, über Wasser, ohne einen Rückstand zu lassen. Entzündet man aber die vermischten Gasarten in einem verschlossenen Gefäße, so findet man statt ihrer nach erfolgter Explosion, eine Menge Wasser, deren Gewicht genau dem Gewichte der beiden Gasarten zusammengenommen gleich ist. Dieses Wasser muß aus den beiden Gasarten zusammengesetzt seyn; denn es war vorher kein Wasser in dem Gefäße vorhanden, und keine andere Substanz außer den beiden Gasarten zugegen. Das Wasser ist demnach aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt, und das Verbrennen des Wasserstoffes ist nichts anders, als die Verbindung desselben mit dem Sauerstoffe \*).

Werden zwei Theile (dem Volumen nach) Wasserstoffgas mit 6 Theilen atmosphärischer Luft vermischt, so verknallt die Mischung mit gleicher Heftigkeit, und nach erfolg-

---

\*) Die Geschichte dieser großen Entdeckung, so wie die Einwürfe, welche dagegen gemacht worden sind, sollen in dem Abschnitte vom Wasser vorgetragen werden; sie werden dort besser verstanden werden, als es hier der Fall seyn möchte. Man muß ja nicht außer Acht lassen, daß Newton lange vorher mit seinem fast mehr als menschlichen Scharfsinne, aus der großen Kraft, mit welcher das Wasser die Lichtstrahlen bricht, vermuthete, daß in ihm eine brennbare Substanz enthalten sey.

ter Explosion ist das Volumen der Mischung auf 5 Theile zurückgebracht. Alles vorhandene Wasserstoffgas, so wie der in der atmosphärischen Luft enthaltene Antheil Sauerstoffgas, sind verschwunden, und es ist eine Menge Wasser gebildet worden, deren Gewicht dem Gewichte dieser beiden Gasarten gleich ist. Man bedient sich häufig dieses Versuches um die Reinheit des Wasserstoffgases auszumitteln. Man mischt zu diesem Ende atmosphärische Luft und das zu prüfende Wasserstoffgas in gewissen Verhältnissen in einer graduirten, und an dem einen Ende verschlossnen Glasröhre, und entzündet die Mischung durch den elektrischen Funken. Die Reinheit des Gases steht mit der erfolgten Verminderung des Volumens im Verhältniß. Ist z. B. das Volumen von 2 Theilen Wasserstoffgas und 6 Theilen atmosphärischer Luft nach der Explosion auf fünf Theile zurückgebracht worden, so kann man das Wasserstoffgas für rein halten: beträgt hingegen der Rückstand 6 Theile, so war das Wasserstoffgas mit fremden Substanzen verunreinigt u. s. w. Berthollet war der erste, welcher sich dieser Methode bediente, um die Reinheit des Wasserstoffgases zu erforschen. Im Grunde hat sich Volta dieses Verfahrens früher bedient, wiewohl in einer andern Absicht \*).

5. Man folgerte aus den Versuchen von Priestley und einiger andern Naturforscher, daß das Wasserstoffgas, welches mit Wasser in Berührung bleibt, allmählig zersetzt und in eine andere Gasart verwandelt werde; allein Morveau \*\*), Lavoisier \*\*\*)) und Berthollet †) haben gezeigt,

\*) Crells Chem. Ann. 1785. B. II. S. 287.

\*\*) Encyc. Method. Chemic. I. 754.

\*\*\*)) Ann. de Chim. I. 192.

†) Jour. de Phys. XXXVI. 412.

daß, wenn man nur jede andere Gasart ausschließt, keine Veränderung des Wasserstoffgases erfolge.

Das Wasserstoffgas wird von dem Wasser, wenn es auch längere Zeit mit demselben in Verührung ist, nicht merklich absorhirt. Bedient man sich aber eines künstlichen Druckes, so kann man ein Drittheil (dem Volumen nach) dieses Gases mit dem Wasser verbinden. Der Geschmack des mit Wasserstoffgas verbundenen Wassers ist von dem des reinen Wassers nicht merklich verschieden. Paul, der zuerst diese Zusammensetzung gemacht hat, bemerkt, daß sie in inflammatorischen Fiebern nützliche Dienste leistet; in der Wasser- sucht hingegen ist sie nachtheilig\*).

6. Das Wasserstoffgas löst den Schwefel, Phosphor und die Kohle auf. Man nennt diese Zusammensetzungen schwefelhaltiges, phosphorhaltiges und kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas.

Schwefelhaltiges Wasserstoffgas. I. Wenn man unter eine mit Wasserstoffgas gefüllte Glocke Schwefel bringt, und diesen durch ein Brennglas schmilzt, oder wenn man Wasserstoffgas durch geschmolzenen Schwefel hindurch gehen läßt, so wird schwefelhaltiges Wasserstoffgas erhalten. Das Wasserstoffgas löst einen Theil des Schwefels auf, und dadurch wird diese Zusammensetzung hervorgebracht. Ungleich gewöhnlicher als die angegebene ist übrigens folgende Verfahrungsart, um dieses Gas zu bereiten.

Man schmilzt in einem Schmelztiegel gleiche Theile Eisenfeile und Schwefel zusammen; das Produkt ist eine schwarze, spröde Masse. Dieses wird zerrieben, und mit einer

---

\*) Phil. Mag. XV. 95.

geringen Menge Wasser in eine mit zwei Oeffnungen versehene Flasche geschüttet. In der einen Oeffnung befestigt man eine gebogene Röhre luftdicht, und leitet dieselbe unter eine mit Wasser angefüllte Glocke. Durch die andere Oeffnung der Flasche gießt man Salzsäure in dieselbe, und verschließt sie augenblicklich. Das sich in großer Menge entwickelnde Wasserstoffgas füllt die Glocke an.

Dieses Gas wurde von Rouelle dem Jüngern im Jahre 1773 untersucht \*), allein Scheele und Bergmann theilten dem Publikum zuerst eine umständliche Nachricht von den Eigenschaften desselben mit, Scheele in seiner Abhandlung: Ueber das Feuer, im Jahre 1777 \*\*), und Bergmann in seiner Abhandlung: Ueber die künstlichen heißen Mineralwasser \*\*\*), im Jahre 1778. Kirwan theilte in dem Jahre 1785, und Berthollet im Jahre 1794 eine Reihe sehr sinnreicher Versuche über diesen Gegenstand mit. Lange Zeit führte diese Gasart den Namen des hepatischen Gases oder der Schwefelleberluft, weil diejenigen Substanzen, aus denen sie erhalten wurde, sonst heparés oder Schwefellebern genannt wurden.

Eigenschaften  
ten desselben. Das specifische Gewicht des schwefelhaltigen Wasserstoffgases ist 0,00135. Es verhält sich zu dem der atmosphärischen Luft wie 1106 zu 1000.

Es hat einen sehr stinkenden Geruch, welcher mit dem der faulen Eier (der im Grunde von derselben Gasart herührt) die größte Aehnlichkeit hat.

\*) Fourcroy Syst. des Connoiss. Chim. II. 32.

\*\*\*) Scheele phys. Chem. Schr. V. I. S. 239.

\*\*\*) Bergm. Opusc. I. 235.

Dieses Gas ist nicht so schädlich zum Einathmen, als das Wasserstoffgas. Nähert man ihm, wenn es in Berührung mit dem Sauerstoffgase ist, einen brennenden Körper, so brennt es mit einer leichten blauen Flamme; zu gleicher Zeit wird eine beträchtliche Menge Schwefel abgesetzt. Das Verbrennen dieses Gases besteht daher nur allein in der Verbindung seines Wasserstoffes, und vielleicht eines Theiles seines Schwefels mit dem Sauerstoffe.

Das Wasser absorbirt dieses Gas in beträchtlicher Menge; da es aber die Eigenschaften einer Säure besitzt, so gehört die weitere Auseinandersetzung seiner Eigenschaften einem anderen Theile dieses Werkes an \*). Lhenard hat gefunden, daß 100 Theile desselben aus folgenden Bestandtheilen bestehen:

70,857 Schwefel.

29,143 Wasserstoff \*\*).

100,000.

Dieses Gas besitzt auch die Eigenschaft eine geringe Menge Phosphor aufzulösen. Um dieses zu bewerkstelligen, läßt man Stückchen Phosphor einige Stunden lang mit dieser Luft in Berührung. Wird atmosphärische Luft zu dieser Zusammensetzung hinzugelassen, so entsteht eine sehr voluminöse blaue Flamme, die offenbar von dem Verbrennen des aufgelösten Phosphors herrührt. Taucht man die Hand, oder einen Schwamm in dieselbe, so leuchten sie noch einige Zeit an der atmosphärischen Luft \*\*\*).

\*) Tromsdorf hat ihr den Namen der Hydrothionsäure gegeben.

\*\*\*) Ann. de Chim. XXXII, 267.

\*\*\*\*) Ann. de Chim. XXI. 206.

Phosphor II. Läßt man Stückchen Phosphor einige Zeit  
haltiges lang mit Wasserstoffgase in Berührung, so wird  
Wasserstoff ein Theil des Phosphors aufgelöst. Dieses zu-  
gas. sammengesetzte Gas, dem Fourcroy und Bauquelin,  
die Entdecker desselben, den Namen des phosphorir-  
ten Wasserstoffgases gegeben haben, hat einen schwachen  
Geruch nach Knoblauch. Läßt man Blasen desselben  
in Sauerstoffgas treten, so erfolgt eine sehr glänzende blaue  
Flamme, welche durch das ganze, mit Sauerstoff angefüllte  
Gefäß geht. Man sieht sehr leicht ein, daß diese Flamme  
von dem Verbrennen des aufgelösten Phosphors herrührt<sup>\*)</sup>.

Bringt man Phosphor unter eine mit Wasserstoffgas  
angefüllte Glasglocke, die mit Quecksilber gesperrt worden,  
und schmilzt man den Phosphor mittelst eines Brenngla-  
ses, so löst das Wasserstoffgas eine größere Menge desselben  
auf. Diese neue Zusammensetzung hat den Namen des  
phosphorhaltigen Wasserstoffgases erhalten. Es  
wurde im Jahre 1783 durch Gengembre<sup>\*\*)</sup> und im Jahre  
1784 von Kirwan, ehe er von Gengembre's Versuchen  
Nachricht erhielt, entdeckt. Die ausführlichste Untersuchung  
der Eigenschaften dieser Gasart verdanken wir aber Herrn  
Raymond, der eine Abhandlung im Jahre 1791<sup>\*\*\*)</sup>, eine  
andere im Jahre 1800 †) hierüber bekannt gemacht hat.  
Diese verschiedenen Naturforscher erhielten diese Gasart auf  
verschiedenen Wegen, die in der Folge angegeben werden

\*) Ann. de Chim. XXI. 202.

\*\*) Mem. Scav. Etrang. X.

\*\*\*) Ann. de Chim. X, 19.

†) Ann. de Chim. XXXV, 225.

sollen; auf welche Art sie aber auch bereitet wird, so sind die Eigenschaften desselben immer die nemlichen.

Dieses Gas hat einen sehr stinkenden Geruch, der ausnehmend viel Aehnlichkeit mit dem der faulen Fische hat. Wird es mit atmosphärischer Luft in Berührung gebracht, so brennt es mit großer Schnelligkeit: und wird es mit derselben vermischt, so detonirt es heftig. Sauerstoffgas bringt ein noch ungleich lebhafteres und rascheres Verbrennen desselben als die atmosphärische Luft zuwege. Läßt man Blasen von diesem Gase durch Wasser hindurchgehen, so explodiren sie nach einander, so wie sie die Oberfläche des Wassers erreichen. Es bildet sich zu gleicher Zeit ein schöner Kranz von weißem Rauche, der sich langsam bis an die Decke erhebt. Dieses Gas ist die verbrennlichste aller bekannten Substanzen. In diesem Falle erfolgt das Verbrennen ebenfalls durch die Verbindung des Phosphors und Wasserstoffes (welche die Bestandtheile des Gases ausmachen) mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre; die Produkte sind demnach Phosphorsäure und Wasser. Aus der Mischung, oder richtiger, aus der Verbindung dieser beiden Substanzen wird der sich als Kranz erhebende, weiße Dampf gebildet.

Bringt man reines Wasser mit dieser Gasart in Berührung, so wird bei einer Temperatur zwischen  $50^{\circ}$  bis  $60^{\circ}$  von derselben ungefähr der vierte Theil dem Volumen nach aufgelöst. Die Farbe der Auflösung hat mit der des Stängenschwefels Aehnlichkeit; sie hat einen sehr bitteren und unangenehmen Geschmack, und einen strengen, unangenehmen Geruch. Wird sie bis nahe zum Kochen erhitzt, so wird der ganze Antheil des aufgelösten, phosphorhaltigen Wasserstoffgases unverändert fortgetrieben, und das Wasser bleibt

rein zurück. An der athmosphärischen Luft scheidet sich der Phosphor allmählig in dem Zustande einer Dryde ab; das Wasserstoffgas entweicht, und es bleibt zuletzt nichts, als reines Wasser übrig †).

Kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas. III. Das kohlenstoffhaltige Wasserstoffgas, erhebt sich freiwillig bei heißem Wetter aus dem Grunde stehender Gewässer, und kann leicht in beträchtlicher Menge aufgefangen werden. Man erhält es gleichfalls, wenn man Kohle in Wasserstoffgas schüttet, und die Mischung dem Sonnenlichte aussetzt \*), oder wenn man nasse Kohlen aus einer Retorte destillirt. Läßt man Weingeist oder Aether durch eine rothglühende, porcellanene Röhre hindurchgehen, so erhält man diese Gasart gleichfalls so wie durch verschiedene andere Verfahrensarten, die in der Folge beschrieben werden sollen \*\*). Dieses Gas wurde sonst schweres, brennbares Gas genannt.

Volta war der erste, welcher dasselbe mit Aufmerksamkeit untersuchte. Priestley machte bald darauf Versuche über verschiedene Arten desselben bekannt; allein Lavoisier scheint zuerst seine Zusammensetzung ausgemittelt zu haben; die genaueste Analyse, die wir übrigens davon besitzen, rührt von Herrn Cruickshank aus Woolwich her \*\*\*).

In Rücksicht seiner Bestandtheile, mithin auch in seinen Eigenschaften finden beträchtliche Verschiedenheiten statt, je nachdem das Verfahren verschieden war, durch welches es erhalten wurde. Es ist eben so wie die athmosphärische Luft

†) Raymond Ann. de Chim. XXXV. 233.

\*) Fourcroy, Syst. des Con. Chim. I, 181.

\*\*) Ann. de Chim. XXI, 48.

\*\*\*) Nicholson's Journ. V, 1.

unsichtbar und elastisch: es ist entzündlich wie das Wasserstoffgas, und explodirt, wenn es mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft gemischt und entzündet wird: das Produkt ist eine Mischung aus Wasser und Kohlenensäure. Nimmt man die Explosion dieser Gasarten in einer Röhre vor, so füllt der Rückstand einen größeren Raum aus, als die ursprüngliche Mischung.

Verschiedene Arten desselben. Dasjenige kohlenstoffhaltige Wasserstoffgas, das man aus stehenden Wassern, aus Aether, Kampfer oder aus vegetabilischen Substanzen erhält, enthält die größte Menge Kohle. Sein specifisches Gewicht ist 0,000804. Es verhält sich zu dem der atmosphärischen Luft wie 155 zu 235, oder nahe wie 2 zu 3. Ein Theil Wasserstoffgas dem Gewichte nach enthält 5,5 Kohlenstoff. Nach Cruickshank's Analyse enthalten 100 Theile desselben im gewöhnlichen Zustande

52,35 Kohle.

9,60 Wasserstoff.

38,05 Wasser im Zustande von Wasserdampfe.

100,00 \*).

Dasjenige, welches man durch die Destillation nasser Kohlen erhält, enthält die wenigste Kohle, und ist mithin das leichteste. Sein specifisches Gewicht ist 0,000554. Es verhält sich zu dem der atmosphärischen Luft wie 14,5 zu 31, oder beinahe wie 1 zu 2. Es enthält einen Theil (dem Gewichte nach) Wasserstoffgas, der zwei Theile Kohle aufgelöst hat. Hundert Theile dieses Gases sind zusammengesetzt aus:

\*) Nicholson's Jour. V. 2.

28 Kohle.  
 9 Wasserstoff.  
 63 Wasser.

---

100.

Das specifische Gewicht des aus dem Aether erhaltenen Kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgases ist 0,000787. Es besteht aus:

45 Kohle.  
 15 Wasserstoff.  
 40 Wasser.

---

100.

Das specifische Gewicht des aus dem Weingeiste erhaltenen Gases ist 0,00063. Es besteht aus:

44,1 Kohle.  
 11,8 Wasserstoff.  
 44,1 Wasser.

---

100,0.

Dies sind die Arten des Kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgases, welche man bis jetzt kennt, mit Ausnahme einer einzigen, die man durch einen eigenthümlichen Proceß, der in der Folge beschrieben werden soll, aus dem Alkohol erhält.

Die Ordnung, in welcher die drei brennbaren Substanzen, in Rücksicht ihrer Verwandtschaften, gegen das Wasserstoffgas stehen, ist folgende:

Schwefel.  
 Kohle.  
 Phosphor \*).

---

\*) Der Schwefel zerlegt das Kohlenstoffhaltige Wasserstoffgas; dem zufolge ist seine Verwandtschaft zum Wasserstoffe größer, als die der Kohle. Die holländischen Chemisten schmolzen Phosphor

Austins Theorie von der Zusammensetzung der Kohle. *Austin* fand, daß, wenn er wiederholentlich den elektrischen Funken durch eine geringe Menge kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas schlagen ließ, es beständig um das Doppelte seines ursprünglichen Volumens ausgedehnt wurde. Er schloß richtig, daß diese merkwürdige Ausdehnung nur von der Entwicklung des Wasserstoffgases herrühren könne. Verbrannte er einen Theil des expandirten Gases, so verbrauchte er hierzu eine größere Menge Sauerstoffgas, als wenn er sich eines nicht durch Elektrizität ausgedehnten Gases bediente. Es ist demnach ein Zusatz von verbrennlichem Stoffe erfolgt; denn die Menge des Sauerstoffes, die erforderlich ist, um das Verbrennen eines Körpers zu bewirken, steht jedesmal mit der Menge jenes Stoffes im Verhältniß. Er schloß aus diesen Versuchen, daß er die in dem Wasserstoffgase aufgelöste Kohle zersetzt habe, und daß die Kohle aus Wasserstoff und Stickstoff <sup>\*)</sup>, von dem

---

in kohlenstoffhaltigem Wasserstoffgase, allein es erfolgte keine Veränderung, mithin ist die Verwandtschaft des Phosphors geringer, als die der Kohle.

<sup>\*)</sup> Siehe den nächsten Abschnitt. — Seine Theorie war, daß das kohlenstoffhaltige Wasserstoffgas aus Wasserstoff und Stickstoff, und daß Kohle aus Stickstoff und kohlenstoffhaltigem Wasserstoffgase zusammengesetzt sey; so daß demnach beide in Rücksicht der Qualität ihrer Bestandtheile sich beinahe gar nicht unterscheiden. Es ist sonderbar genug, daß, ungeachtet Dr. *Austin* die Gegenwart der Kohle im kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgase nicht zugeben wollte, er letzteres dennoch wirklich dadurch zersetzte, daß er Schwefel in demselben schmolz: der Schwefel verband sich mit dem Wasserstoffgase, und es fiel eine Menge Kohle zu Boden. Er führt diesen Versuch an, ohne einige Bemerkungen dabei zu machen, und scheint auch wirklich demselben gar keine Aufmerksamkeit geschenkt zu haben.

dem stets etwas in den Gefäßen angetroffen wurde, in denen man das Verbrennen des ausgedehnten Gases mit Sauerstoff vorgenommen hatte, bestiehe \*). Wäre dieser Schluß richtig, so müßte man die Kohle aus der Reihe einfacher Substanzen austreichen, und sie künftig den zusammengesetzten beizählen.

Widerlegung  
desselben.

Es giebt einen Umstand, der *Austin* hätte verhindern sollen, diesen Schluß zu machen, er müßte denn entscheidendere Versuche dafür haben anführen können. Die Menge des brennbaren Stoffes war vermehrt worden. Nührte nun die Ausdehnung des kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgases nur allein von Zersetzung der Kohle her, so hätte keine solche Vermehrung, sondern vielmehr das Gegentheil statt finden müssen: denn die Kohle, welche selbst eine brennbare Substanz ist, ist in zwey Bestandtheile, den Wasserstoff und Stickstoff zerlegt worden, von denen nur der erste bei dem Zuzage von Sauerstoffgas unter Anwendung der Hitze verbrennen konnte. *Austin*'s Versuche sind kürzlich von *William Henry* mit großer Genauigkeit wiederholt worden \*\*). Er bemerkte die von *Austin* beschriebene Ausdehnung gleichfalls, fand aber, daß sie nicht über gewisse Grenzen getrieben werden könne, und etwas mehr, als zweimal das ursprüngliche Volumen des Gases übertreffe. Er verbrannte nun mit Hülfe von Sauerstoffgas zwei gleiche Theile kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas, von denen das eine durch den elektrischen Funken, um das Doppelte seines Volumens, das andere gar nicht, ausgedehnt worden war,

\*) *Phil. Trans.* LXXX, 51.

\*\*\*) *Phil. Trans.* 1797. Part. II.

und fand, daß jeder dieser besonders verbrannten Antheile genau dieselbe Menge kohlensaures Gas lieferte. Beide enthielten demnach dieselbe Menge Kohle, es war mithin keine Kohle durch die Elektrizität zerlegt worden.

Henry vermuthete hierauf, daß diese Ausdehnung von dem Wasser herrühre, welches jede Gasart in größerer oder geringerer Menge enthält. Um sich hiervon zu überzeugen, suchte er dem kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgase, das Wasser so viel, als möglich, dadurch zu entziehen, daß er es über trocknes Kali streichen ließ; welches das Wasser sehr begierig einzog. Auf diese Art behandeltes Gas, ließ sich nur um ein Sechstheil seines Volumens ausdehnen, setzte man aber nur wenige Tropfen Wasser zu, so erfolgte die Ausdehnung wie gewöhnlich. Die durch die Elektrizität zersetzte Substanz, war nicht die in dem kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgase enthaltene Kohle, sondern das Wasser. Man begreift auch sehr gut, auf welche Art diese Zersetzung bewirkt wird. Die Kohle hat bei einer hohen Temperatur eine größere Verwandtschaft zum Sauerstoffe, als der Wasserstoff; denn wenn man Wasserdämpfe über rothglühende Kohle gehen läßt, so werden sie zersetzt, und es wird kohlensaures Gas und Wasserstoffgas gebildet. Der elektrische Funke ersetzt die Stelle der erforderlichen Temperatur, die Kohle verbindet sich mit dem Sauerstoffe des Wassers, und bildet kohlensaures Gas, und der frei gewordene Wasserstoff verursacht die Ausdehnung. Das kohlensaure Gas wird begierig vom Wasser eingezo- gen, und wenn man 709 Maaß des so ausgedehnten Gases mit Wasser in Berührung bringt, so werden 100 Maaß davon absorbirt, dieß dient zum Beweise, daß wirklich kohlensaures Gas zugegen sey. Der Stickstoff, welchen Dr. Austin in

seinem ausgedehnten Gase fand, rührte offenbar von etwas atmosphärischer Luft her, in welcher 78 Procent Stickgas enthalten sind. Austin's Gas hatte lange über Wasser gestanden; und Priestley und Higgins haben gezeigt, daß die Luft unter diesen Umständen stets mit Stickstoff imprägnirt werde \*).

7. Noch sind die Verwandtschaften des Wasserstoffes nicht ausgemittelt worden; sie sind aber vielleicht folgende:

Sauerstoff.

Kohle.

Stickstoff.

3. Die Kohle hat die Eigenschaft, Wasserstoffgas zu absorbiren, allein sie nimmt hiervon eine geringere Menge in sich, als von jeder anderen, bisher versuchten Gasart. Morozzo fand, wenn er ein Stück Kohle, das 12 Linien lang war, und 8 Linien im Durchmesser hatte, in Quecksilber abschnitt, und in eine 144 Linien lange, und 12 Linien weite, mit Wasserstoffgas angefüllte Röhre tauchte, daß  $\frac{1}{5,5}$  des Gases absorhirt wurden. Kopppe und Van Noorden bemerkten, daß frisch bereitete Kohle, die, ohne der Luft ausgesetzt zu werden, abgekühlt wurde, vom Wasserstoffgase, in das sie getaucht wurde, die Hälfte ihres Volumens einsaugte. Setzt man mit Wasserstoffgas imprägnirte Kohle der atmosphärischen Luft aus, so absorhirt sie aus dieser Sauerstoff, der sich mit dem Wasserstoffe verbindet, und

---

\*) Die Zunahme von brennbarem Stoffe, welche Dr. Austin bei seinen Versuchen wahrnahm, rührt ohne Zweifel daher, daß ein Theil des Quecksilbers auf Kosten des Wassers oxydirt wurde.

Wasser bildet. Dieselbe Erscheinung findet statt, wenn man statt der atmosphärischen Luft Sauerstoffgas wählt \*).

**Eigenschaft** Diese sind, wenn man die Metalle ausnimmt, **ten der ein** die Eigenschaften aller einfachen, brennbaren Sub- **fachen** stanzen. Eine derselben, nemlich die Kohle, kommt **brennbaren** nur allein in einem festen Zustande vor, und kann **Stoffe.** durch kein bisher bekanntes Verfahren in einen tropfbar, flüssigen oder gasförmigen Zustand versetzt werden. Schwefel und Phosphor sind gewöhnlich fest; allein eine mäßige Hitze bringt sie in Fluß, und bei einem Zuwachse der Temperatur fangen sie an zu kochen, und entweichen als Dämpfe. Der Wasserstoff läßt sich im isolirten Zustande nur allein als Gas darstellen.

**Verbinden** Sie verbinden sich alle, wiewohl bei verschied- **sich mit** denen Temperaturen mit dem Sauerstoffe; und **Sauerstoff.** während dieser Verbindung, vorausgesetzt, daß die Temperatur hoch genug sey, wird eine beträchtliche Menge Licht und Wärme frei. Der Phosphor erfordert zum Verbrennen eine Temperatur von  $148^{\circ}$ ; der Schwefel eine Temperatur von  $560^{\circ}$ , der Wasserstoff und die Kohle die Rothglühhitze, und der Diamant eine noch höhere Temperatur. Die Untersuchung der Ursache dieses Unterschiedes, so wie der Quelle des Lichtes und der Wärme, oder des Feuers, welches beim Verbrennen dieser Stoffe statt findet, macht einen der interessantesten Theile der Chemie aus. Da wir aber noch nicht die Eigenschaften der übrigen einfachen Körper kennen gelernt

\*) Ann. de Chim. XXXII, 18.

haben, die uns eine Menge von Thatsachen darbieten werden, wodurch uns die Beantwortung jener wichtigen Fragen sehr erleichtert werden wird: so wird sich diese Untersuchung an einem andern Orte schicklicher anstellen lassen.

Es verdient vorzüglich Aufmerksamkeit, daß alle einfachen brennbaren Stoffe, mit Ausnahme des Wasserstoffes, sich mit drei verschiedenen Antheilen Sauerstoff verbinden, und drei verschiedene Zusammensetzungen bilden können, von denen jede besondere Eigenschaften besitzt.

Verbindun-      1. Wird der Schwefel lange Zeit im Fluß er-  
gen des      halten, so verbindet er sich mit einer geringen Men-  
Schwefels      ge Sauerstoff, und wird in ein Dryde des  
mit dem      Sauerstoffe. Schwefels verwandelt. Erhitzt man ihn bis  
Sauerstoffe. 560° beim Zutritte der atmosphärischen Luft, so brennt er  
mit einer blauen Flamme, verbindet sich mit dem Sauerstoffe,  
und bildet eine Säure, welche einen eigenthümlichen, erstik-  
kenden Geruch hat, und schweflichte Säure genannt  
wird. Bringt man ihn brennend in Sauerstoffgas, oder  
mischt man ihn mit Salpeter, und entzündet ihn, so verbind-  
et er sich mit dem Maximum von Sauerstoff, und bil-  
det eine geruchlose Säure, die Schwefelsäure genannt  
wird. Es macht demnach der Schwefel mit dem Sauerstoffe  
folgende Zusammensetzungen:

1. Schwefeloxjde.
2. Schweflichte Säure.
3. Schwefelsäure.

Phosphor      2. Der Phosphor nimmt allmählig, wenn er  
und      im Wasser aufbewahrt wird, eine braune Farbe  
Sauerstoff. an, die, wie man vermuthet, von der Verbindung mit einer ge-  
ringen Menge Sauerstoff herrührt. Diese Zusammensetzung

wird Phosphoroxyde genannt. Läßt man Phosphor an der athmosphärischen Luft stehen, so absorbirt er nach und nach Sauerstoff aus derselben, und zerfließt zu einer sauren Flüssigkeit, die phosphorichte Säure genannt wird. Entzündet man ihn, so verbindet er sich mit dem Maximum von Sauerstoff, und verwandelt sich in weiße, geruchlose Flocken, die Phosphorsäure genannt werden. Es bildet also der Phosphor mit dem Sauerstoffe

1. Phosphoroxyde.
2. Phosphorichte Säure.
3. Phosphorsäure.

Kohle und Sauerstoff. 3. Der Kohlenstoff verbindet sich gleichfalls mit drei verschiedenen Antheilen Sauerstoff, ungeachtet sich nicht alle diese Zusammensetzungen mit dem Diamanten, als dem reinen Kohlenstoffe, seiner Härte wegen, darstellen lassen. Setzt man Kohle einem heftigen Schmiedefeuer aus, so erhält man eine Zusammensetzung, die aus Kohle, mit dem Minimum von Sauerstoff verbunden, besteht. Man müßte sie eigentlich kohlichtes Oxyde (carbonous oxyde) nennen. Setzt man eine Mischung aus Eisenfeile und Kalkerde der Rothglühhitze aus, so erhält man ein Gas, das aus Kohlenstoff, der mit einer größeren Menge Sauerstoff, als in der Kohle, verbunden ist, besteht. Diese gasförmige Zusammensetzung, von der in einem der folgenden Abschnitte weitläufiger gehandelt werden wird, wird Kohlenoxyde genannt. Wird Kohle entzündet, so verbindet sie sich mit dem Maximum von Sauerstoff, und bildet ein Gas, welches kohlenfaures Gas genannt wird. Es geben demnach Kohlenstoff und Sauerstoff folgende Verbindungen:

1. Kohlichtes Dryde.
2. Kohlenoxyde.
3. Kohlenſäure.

Wasserstoff  
und  
Sauerstoff. Die beiden erſten einfachen brennbaren Stoffe bilden mit dem Sauerſtoffe ein Dryde und zwei Säuren. Der dritte bildet mit ihm zwei Dryden und eine Säure. Der Waſſerſtoff, der vierte derſelben, verbindet ſich mit ihm nur in einem Verhältniſſe, und bildet Waſſer.

Es verdient Aufmerkſamkeit, daß das Produkt des Verbrennens aller einfachen brennbaren Stoffe, mit Ausnahme des Waſſerſtoffes, eine Säure iſt. Die Dryden werden ohne Verbrennen gebildet, und ſind ſelbſt verbrennliche Subſtanzen.

Verbindung  
der brenn-  
baren Stoffe  
unter  
einander. Alle einfache brennbare Stoffe können ſich mit einander verbinden. So vereinigt ſich der Schwefel mit dem Phosphor, der Kohle und dem Waſſerſtoffe; der Waſſerſtoff verbindet ſich nicht weniger mit den genannten Subſtanzen u. ſ. w. Alle dieſe Subſtanzen behalten ihre Verbrennlichkeit bei.

### Drittes Kapitel.

Von den einfachen unverbrennlichen Stoffen.

Zuſatz. Die dritte Klaſſe der einfachen, ſperrbaren Subſtanzen begreift nur zwei, den Stickſtoff und die Salzsäure unter ſich. Es giebt zwar noch zwölf andere unverbrennliche Subſtanzen, die man biß jezt noch nicht zerlegt hat; ſie unterſcheiden ſich aber alle in ihren Eigenſchaften vom Stickſtoff und der Salzsäure ſo ſehr, daß es nöthig iſt,

sie von diesen zu trennen, und jetzt berechtigt uns die Analogie, sie unter den zusammengesetzten Substanzen aufzuführen. Auch die Salzsäure, ungeachtet ihrer auffallenden Aehnlichkeit mit dem Stickstoffe in manchen Stücken, unterscheidet sich doch von demselben in manchen anderen so sehr, daß ich nicht gewagt habe, sie aus der Reihe der Säuren, zu welchen sie bisher gezählt wurde, auszulassen.

### Erster Abschnitt.

#### Von dem Stickstoffe.

Verfahren  
Stickgas zu  
entbinden. Man kann sich Stickstoff durch folgendes Verfahren verschaffen. Man mische Eisenfeile und Schwefel zusammen, feuchte sie mit Wasser an, und schützte sie in ein gläsernes Gefäß, das mit atmosphärischer Luft angefüllt ist, so absorbiert diese Mischung in wenigen Tagen allen Sauerstoff derselben; es bleibt aber ein Rückstand, welcher jeder Verminderung widersteht. Dieser Rückstand hat den Nahmen des Stickgases erhalten. Es giebt andere Verfahrenskarten, sich dieses Gas schneller zu verschaffen. Wird z. B. Phosphor statt der Eisenfeile und des Schwefels genommen, so erfolgt die vollständige Absorption in weniger als 24 Stunden. Folgendes Verfahren, das Berthollet zuerst angegeben hat, liefert, wosern man die nöthige Vorsicht anwendet, sehr reines Stickgas. Man übergießt ein Stück Muskelfleisch mit sehr verdünntem Scheidewasser, (oder mit Salpetersäure, wie es die Chemisten nennen) und erwärmt die Mischung bis zu einer Temperatur von 100°.

Es entwickelt sich eine beträchtliche Menge Stickgas, das man in schicklichen Gefäßen auffangen kann.

Dieses Gas wurde im Jahre 1772 von Dr. Rutherford, der jetzt Professor der Botanik an der Universität zu Edinburg ist, entdeckt \*). Scheele erhielt es durch das zuerst beschriebene Verfahren, im Jahre 1776, und zeigte, daß es eine eigenthümliche Gasart sey.

It in der I. Die atmosphärische Luft enthält ungefähr  
 Atmosph. 78 Procent (dem Volumen nach) Stickgas; der  
 sphere vorz. übrige Antheil derselben besteht fast ganz aus Sau-  
 handen. erstoffgas. Lavoisier war der erste Naturforscher, welcher

\*) Man sehe seine Abhandlung, *de Aëre Mephitico*, welche im Jahre 1772 erschienen ist: „Sed aër salubris et purus respiratio-  
 ne animali non modo ex parte sit mephiticus, sed et *aliam in-*  
*dolis suae mutationem inde patitur.* Postquam enim omnis aër  
 mephiticus (kohlen-saures Gas) ex eo, ope lixivii caustici secre-  
 tus et abductus fuerit, *qui tamen restat* nullo modo salubrior  
 inde evadit, nam quamvis nullam ex aqua calcis praecipitatio-  
 nem faciat hand minus quam antea et flammam et vitam ex-  
 tinguit. Pag. 17.

„Aër qui per carbones ignitos folle adactus fuit, atque  
 deinde ab omni aëre mephitico (kohlen-saures Gas) expurgatus,  
 malignus tamen adhuc reperitur, et omnino similis est ei, qui  
 respiratione inquinatur. Immo ab experimentis patet, hanc  
 solam esse aëris mutationem quae inflammationi adscribi pot-  
 est. Si enim accenditur materies quaelibet quae ex phlogisto  
 et basi fixa atque simplici constat, *aër inde natus ne minimam*  
*aëris mephitici quantitatem in se continere videtur.* Sic aër, in quo  
 sulphur aut phosphorus urinae combustus fuit, licet maxime  
 malignus, calcem tamen ex aqua minime praecipitat. Inter-  
 dum quidem si ex phosphoro natus fuerit, nubeculam aquae  
 caleis inducit sed tenuissimam, nec aëri mephitico attribuen-  
 dam, sed potius acido illi, quod in phosphoro inest, et quod,  
 ut experimenta docuerunt, hoc singulari dote pollet.“ Pag. 19.

zeigte, daß das Stickgas einen Bestandtheil der atmosphärischen Luft ausmache. Er machte seine Versuche im Jahre 1774, oder vielmehr 1775 bekannt. Ohne Zweifel war Scheele eben so früh mit der Zusammensetzung der Luft bekannt, allein seine Abhandlung über das Feuer, in welcher diese Analyse enthalten ist, erschien erst im Jahre 1777 im Drucke.

Eigenschaften  
ten desselben.

2. Kirwan untersuchte das specifische Gewicht des nach Scheelen's Vorschrift bereiteten Stickgases, und fand es gleich 0,00120. Es ist mithin etwas leichter, als die atmosphärische Luft, und verhält sich zu dieser wie 985 zu 1000 \*). Nach Lavoisier's Versuchen beträgt das specifische Gewicht des Stickgases nur 0,00115, oder sein Gewicht verhält sich zu dem der atmosphärischen Luft wie 942,6 zu 1000 \*\*).

3. Dieses Gas ist eben so, wie die atmosphärische Luft unsichtbar und elastisch, und läßt sich eben so, wie diese, in einem unbestimmten Grade verdünnen und verdichten. Sie ist dem thierischen Leben äußerst nachtheilig; fast in demselben Augenblicke, da die Thiere dieselbe einathmen, fallen sie todt nieder \*\*\*). Kein brennbarer Körper brennt in derselben. Hieraus ist es erklärlich, warum ein Licht in der atmosphärischen Luft verlöscht, sobald der in derselben befindliche Sauerstoff verzehrt worden. Götting behauptete zwar im Jahre 1794, daß der Phosphor in reinem Stickgase leuchte, und in

\*) Kirwan on Phlogiston.

\*\*\*) Ibid. pag. 37.

\*\*\*) Daher der Name Azote, den die französischen Chemisten diesem Gase gegeben haben, welcher bedeutet, das Leben raubend. Von α und ζωη.

Phosphorsäure verwandelt werde. Wäre dieses gegründet, so wäre die Behauptung unrichtig, daß kein brennbarer Körper in demselben brenne; denn die Umwandlung des Phosphors in Säure, sowie das Verbrennen desselben, sind ein wirkliches, wie-wohl schwaches Verbrennen. Götting's Versuche wurden bald von Dr. Scherer und Jäger wiederholt: sie fanden, daß der Phosphor in völlig reinem Stickgase nicht leuchte, daß demnach das Gas, dessen sich Götting zu seinen Versuchen bedient hat, eine Beimischung von Sauerstoff enthalten habe, die hauptsächlich daher rühre, daß das Gas nur mit Wasser gesperrt worden. Diese Resultate wurden in der Folge durch Lampadius und Hildebrand bestätigt. Es ist mithin keinem Zweifel unterworfen, daß der Phosphor im Stickgas nicht brenne, und daß, wenn dieses ja der Fall ist, stets etwas Sauerstoffgas zugegen sey.

4. Das Stickgas kann sich mit dem Sauerstoff verbinden. Man nehme eine Glasröhre, die ungefähr ein Sechstheil Zoll im Durchmesser hat. Diese Röhre fülle man mit Quecksilber, nachdem man das eine Ende derselben vorher luftdicht mit einem Kork verschlossen, durch dessen Mitte ein dünner Drath, der auf beiden Seiten mit Knöpfchen versehen ist, hindurchgeht. Man läßt hierauf in die Röhre ungefähr drei Kubitzoll einer Mischung aus 13 Theilen Stickgas und 57 Theilen Sauerstoffgas, treten; und mittelst des im Kork befindlichen Drathes mehrere elektrische Funken durch das Gas hindurchgehen. Das Volumen des Gases nimmt allmählig ab, und an seiner Stelle findet <sup>und bildet</sup> man Salpetersäure. Diese Säure besteht <sup>Salpetersäure.</sup> demnach aus Stickstoff und Sauerstoff, und diese beiden Substanzen können sich verbinden, was dasselbe ist:

das Stickgas kann bei der Temperatur, welche die Electricität hervorbringt, und welche, wie bekannt, hoch ist, verbrennen. Die Verbindung des Stickgases mit Sauerstoff, und die Natur des Productes ist von Cavendish entdeckt, und den 2ten Junius 1785 der königlichen Societät zu London mitgetheilt worden \*).

Schwefelhaltiges Stickgas. 5. Wird Schwefel in Stickgas geschmolzen, so wird ein Theil desselben aufgelöst und schwefelhaltiges Stickgas gebildet. Dieses Gas hat einen stinkenden Geruch. Seine Eigenschaften sind bis jetzt noch unbekannt \*\*). Gimbernats hat es kürzlich in dem Aachener Wasser \*\*\*) gefunden.

Phosphorhaltiges Stickgas. Wird Phosphor in Stickgas gebracht, so löst dieses eine kleine Menge desselben auf; sein Volumen wird um ein Vierzigtheil †) vermehrt, und das Resultat dieser Verbindung ist phosphorhaltiges Stickgas. Wird dieses Gas mit Sauerstoffgas vermischt, so leuchtet es wegen des aufgelösten Phosphors. Läßt man Blasen des phosphorhaltigen Stickgases in eine mit Sauerstoffgas gefüllte Glocke treten, so erfolgt das Verbrennen ungleich rascher. Wird phosphorhaltiges Sauerstoffgas mit phosphorhaltigem

\*) Dieser berühmte Chemist brachte diese Entdeckung sogleich zur Vollkommenheit. Seine Schätzung des Verhältnisses des Stickstoffes zum Sauerstoffe in der Salpetersäure, ist, wie die Erfahrung gezeigt hat, ungleich richtiger, als die spätere Bestimmung von Lavoisier.

\*\*\*) Fourcroy Syst. des Con. Chim. I, 200.

\*\*\*) Jour. de Chim. II, 44.

†) Berthollet.

Stickgase gemischt, so erfolgt, selbst bei einer Temperatur von  $82^{\circ}$ , kein Leuchten \*).

Das Stickgas löst auch eine geringe Menge Kohle auf; denn wenn man Stickgas, welches aus thierischen Substanzen nach Berthollet's Vorschrift erhalten worden, lange in gläsernen Gefäßen aufbewahrt, so setzt sich eine schwarze Substanz ab, welche die Eigenschaften der Kohle besitzt \*\*).

Der Stickstoff macht einen Bestandtheil des Ammoniums aus. Mischt man das Stickgas mit Wasserstoffgas, so erleidet es keine Veränderung: es läßt sich aber doch durch Verfahrensarten, die in der Folge angegeben werden sollen, mit dem Wasserstoffe vermischen. Die dadurch gebildete Zusammensetzung ist unter dem Nahmen Ammoniums oder flüchtigen Alkali bekannt.

Versuche, das Stickgas zu zerlegen. 6. Die Wahlanziehungen des Stickstoffes sind noch unbekannt. Man hat ihn daher bis jetzt noch nicht zerlegt, so daß man ihn nach dem jetzigen Zustande unserer Kenntniß für einen einfachen Stoff halten muß. Priestley, der das Stickgas sehr früh bei seinen Versuchen kennen lernte, hielt es für eine Zusammensetzung aus Sauerstoffgas und Phlogiston, und nannte es daher phlogistifirte Luft. Nach Stahl's Theorie, die damals allgemein angenommen wurde, bestand das Verbrennen in einer Abscheidung des Phlogistons aus dem brennenden Körper. Zu dieser Theorie machte Priestley folgenden Zusatz: Das Phlogiston wird beim Verbrennen, vermittelst chemischer Verwandtschaft, abgeschieden. Die Luft (d. i. das Sauerstoffgas)

\*) Fourcroy und Vauquelin Ann. de Chim. XXI, 199.

\*\*\*) Fourcroy Ann. de Chim. I, 45.

hat eine große Verwandtschaft zum Phlogiston; ihre Gegenwart ist während dem Verbrennen nöthig, weil sie sich mit dem Phlogiston, so wie sich dieses aus dem brennenden Körper abscheidet, verbindet; ja sie trägt überdieß wegen ihrer Verwandtschaft zu diesem Stoffe, zu seiner Abscheidung bei. So wie sich die Luft mit so viel Phlogiston, als sie aufnehmen kann, verbunden hat, oder um es chemisch auszudrücken,

Man hält es für eine Zusammensetzung aus Sauerstoff und Phlogiston.

so wie sie sich mit Phlogiston gesättigt hat, wird das Verbrennen unterbrochen, weil kein Phlogiston den brennenden Körper ferner verlassen kann \*). Die mit Phlogiston gesättigte Luft ist Stickgas. Diese Theorie war äußerst sinnreich, und fand, als sie Priestley bekannt machte, ausnehmenden Beifall. Eine große Menge der angesehensten Chemisten nahmen sie an: man machte aber doch bald die Bemerkung, daß während dem Verbrennen die Menge der Luft, statt vermehrt zu werden, wie es doch der Fall seyn mußte, wenn allein mit Phlogiston zu ihr hinzukäme, sowohl im Gewichte, als im Volumen vermindert werde. Es fehlt daher gänzlich an Beweisen, daß sich während dem Verbrennen irgend eine Substanz mit der Luft verbinde; sondern die Erfahrung lehrt vielmehr das Gegentheil. Man machte ferner

---

\*) Diese sinnreiche Theorie wurde zuerst von Dr. Rutherford aufgestellt, wie man aus folgender Stelle seiner Abhandlung ersieht: „Ex iisdem etiam deducere licet quod aer ille malignus (Stickgas) componitur ex aere atmosferico cum phlogisto unito et quasi saturato. Atque idem confirmaturo, quod aer, qui metallorum calcinationi jam inserviit, et phlogiston ab iis abripuit, ejusdem plane est indolis. De aere Nephitico pag. 26.“

die Entdeckung, daß sich während dem Verbrennen (wie dieses im vorhergehenden beim Verbrennen des Schwefels, Kohlenstoffes und Wasserstoffes angeführt worden) ein Theil Luft mit der verbrennenden Substanz verbinde, und daß dieser Antheil Luft Sauerstoffgas sey. Diese Erfahrungen warfen die Gründe ganz und gar über den Haufen, auf welche Priestley seine Theorie stützte. Da nun kein Versuch, den Stickstoff zu zerlegen, gelingen wollte, so wurde dieses Bemühen von fast allen übrigen Chemisten, mit Ausnahme von Priestley selbst, aufgegeben.

Neuerlich hat man abermals eine Theorie über die Zusammensetzung des Stickstoffes aufgestellt, und auf mannigfaltige Art modificirt. Da diese Theorie eine Menge von Streitigkeiten veranlaßt hat, die vorzüglich in Deutschland mit großer Heftigkeit geführt wurden, so will ich davon, da sie viel dazu beigetragen haben, mehrere merkwürdige chemische Erscheinungen zu erläutern, hier eine kurze Nachricht geben.

Im Jahre 1783 machte Priestley die Bemerkung, daß, wenn irdene Retorten inwendig mit Wasser angefeuchtet würden, oder man in sie feuchte Thonerde schüttete, und bis über den Siedpunkt des Wassers erhitzte, nur wenig Wasser im Zustande des Wasserdampfes aus ihrer Mündung hervordringe; sondern statt dessen eine Menge Luft, deren Gewicht dem des Wassers fast gleich sey. Da diese Luft sich in ihren Eigenschaften von der athmosphärischen kaum unterschied, so schloß er anfänglich, daß das Wasser bei diesem Versuche in athmosphärische Luft verwandelt werde. Er überzeugte sich aber in der Folge durch äußerst sinnreiche und entscheidende Versuche, daß das Wasser, welches verschwun-

den war, durch die Zwischenräume des Gefäßes entwichen sey, während zu gleicher Zeit ein Theil der äußeren Luft durch den Druck der Atmosphäre in das Gefäß hineingepreßt worden; und daß diese die Luft sey, welche aus der Mündung der Retorte hervorgebrungen sey\*).

aus Was-      Gegen diese Schlüsse suchte *Uchar d* im Jahre  
ser und      1784 zu beweisen, daß, wenn man Wasserdämpfe  
Feuer.      durch rothglühende irdene, oder auch metallene Röhren  
streichen ließe, sie in Stickgas verwandelt würden\*\*). *West-  
rum b* zog den nemlichen Schluß aus einem seiner Versuche,  
und folgerte ferner, daß Stickgas eine Zusammensetzung aus  
Wasser und Säure sey\*\*\*). Im Jahre 1796 ließ *Wieg-  
leb* eine weitläufige Abhandlung über denselben Gegenstand drucken,  
und suchte sowohl durch Schlüsse als Versuche die Richtigkeit  
von *Westrum b*'s Theorie darzuthun †). Dadurch wurden die  
holländischen Chemisten *Deimann*, *Troostwick* und *Lauwereburg*  
veranlaßt, eine vollständige Reihe von Versuchen über diesen  
Gegenstand anzustellen, von denen sie die Resultate im Jahre  
1798 bekannt gemacht haben ††). Ihre Experimente stimmten  
genau mit denen von *Priestley* überein. Es wurde nur dann  
Luft erhalten, wenn man sich irdener, folglich solcher Gefäße  
bediente, die von der Luft durchdrungen werden konnten.  
*Wiegleb*'s Methode bestand darin, daß er eine irdene  
Tabacksröhre an eine  
Retorte

\*) *Priestley on air II. 407.*

\*\*\*) *Crells Annalen 1785. B. I. S. 304.*

\*\*\*\*) *Ebend. S. 499.*

†) *Crells Annalen 1796. B. II. S. 467.*

††) *Ann. de Chim. XXVI. 510.*

Retorte kittete, in der reines Wasser enthalten war. Die Tabacksröhre wird durch ein Kohlenfeuer zum Rothglühen gebracht, und das Wasser in Dämpfen durch die glühende Röhre getrieben. Die holländischen Chemisten fanden, wenn statt einer irdenen Tabacksröhre sie sich einer gläsernen oder metallnen Röhre bedienten, oder wenn sie die irdene Tabackspfeife in eine gläserne Röhre einschlossen, daß kein Gas zum Vorschein kam, außer dann, wenn die gläserne Röhre zerbrochen wurde. Wurde unter diesen Umständen Gas erhalten, so war dieses stets von derselben Beschaffenheit, wie die an der Außenseite der Röhre befindliche Luft; d. h. es war eine Mischung aus kohlensaurem Gase und Stickgase, wenn die Röhre über einem Kohlenfeuer erhitzt wurde; hingegen atmosphärische Luft, wenn man die Röhre aus dem Feuer nahm. Ihre Versuche stimmten also auf das vollkommenste mit denen von Priestley überein, und führten zu denselben Folgerungen. Wiegleb versuchte zwar die Einwürfe der Holländischen Chemisten zu beantworten, und seine Versuche durch neue zu unterstützen, allein es gelang ihm keinesweges, und er war nicht einmal im Stande, sich selbst zu genügen \*).

3. Aus Sauerstoff und Wasserstoff. Bald darauf machte Girtanner in dem 34ten Bande der Annales de Chimie eine Abhandlung über denselben Gegenstand bekannt. Seine Versuche waren fast ganz mit denen von Wiegleb und seiner Gefährten übereinstimmend; allein er zog aus denselben ganz verschiedene Folgerungen, und gründete auf sie eine der Wiegleb'schen völlig entgegengesetzte Theorie. Nach ihm erhält man

\*) Eress's Chem. Annalen 1799. B. I. S. 45. ff.

Stickgas, wenn Wasser im Zustande von Dämpfen mit Thonerde in Berührung kommt; so erhält man es, z. B. wenn man Wasser in einer irdenen Retorte kocht, oder in einer gläsernen, in welcher etwas Thonerde enthalten ist, oder die mit einer irdenen Röhre versehen worden. Hieraus folgerete er, daß Stickgas aus einer Verbindung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas bestehe, und sich vom Wasser oder Wasserdampfe nur dadurch unterscheide, daß es eine geringere Menge Sauerstoff enthalte \*). Diese sonderbare Behauptung wurde von Berthollet und Bouillon Lagrange geprüft. Allein ungeachtet sie ihre Versuche einmal genau nach Girtanner's Vorschrift anstellten, dann auf alle nur erdenkliche Art abänderten, so erhielten sie dessenungeachtet keine Spur von Stickgas \*\*). Girtanner hat demnach diese Versuche entweder gar nicht angestellt, oder er wurde durch irgend einen Umstand zu diesem Irrthume verleitet. Seine Theorie muß also als völlig unhaltbar aufgegeben werden.

Die Bestandtheile desselben sind unbekannt. Da nun alle Versuche, den Stickstoff zu zerlegen, fruchtlos ausgefallen sind, so muß man ihn für eine einfache Substanz halten. Es ist nicht zu läugnen, daß es mehrere chemische Erscheinungen giebt, welche bis jetzt völlig unerklärlich sind, die aber leicht zu erklären seyn würden, wenn man darthun könnte, daß der Stickstoff zusammengesetzt, und daß einer seiner Bestandtheile Wasser sey. Zu diesen Phänomenen gehört die Bildung des

\*) Ann. de Chim. XXXIV. 3.

\*\*\*) Ann. de Chim. XXXV, 23.

Regens, von der im zweiten Theile dieses Werkes gehandelt werden wird. Eine andere Erscheinung ist die ununterbrochene Entwicklung des Stickgases beim Schmelzen des Eises. Priestley fand, daß, wenn er Wasser, das so sehr wie möglich von Luft befreit worden, zum Gefrieren brachte, dieses beim nachmaligen Schmelzen Stickgas von sich gab. Er ließ dieselbe Menge Wasser, ohne sie mit der atmosphärischen Luft in Verührung zu bringen, neunmal nach einander gefrieren, und erhielt beim jedesmaligen Aufthauen desselben, fast immer dieselbe Menge Stickgas \*).

### Zweiter Abschnitt.

#### Von der Salzsäure.

Man kann sich diese Substanz durch folgendes Verfahren verschaffen:

**Bereitung.** Man verfertige sich eine kleine pneumatische Wanne, die aus einem einzigen Stücke Holz ausgehöhlt worden, und ungefähr 14 Zoll lang, 7 breit und 6 tief ist. Nachdem sie ungefähr 1 Zoll tief ausgehöhlt worden, so lasse man auf der einen Seite ein Stück Holz von 3 Zoll Breite, in Gestalt eines Brettes, stehen, und höhle nun das übrige bis zu der angegebenen Tiefe aus, gebe der inneren Seite des Bodens eine kugelförmige Gestalt. Einen Durchschnitt dieser Wanne stellt Fig. 8. vor. Zwei Zoll von jedem Ende macht man zwei Oeffnungen in das Brett, die ungefähr 1 Zoll tief, und breit genug sind, die untere Fläche kleiner Glaszylinder, oder die

\*) Nicholson's Journ. IV. 193.

Mündung kleiner Glasretorten aufzunehmen. Die Wanne wird bis  $\frac{3}{4}$  Zoll über die obere Fläche des Brettes mit Quecksilber angefüllt. Man nimmt kleine Glaszylinder, die gehörig dick und stark sind, und zu denen im Brette gemachten Oeffnungen passen; füllt sie dadurch mit Quecksilber, daß man sie in das Quecksilber der Wanne eintaucht, und stellt sie über die in dem Brette befindlichen Oeffnungen. Um sie in dieser Lage fest zu erhalten, befestigt man vermittelst Schrauben an der Kante der Wanne, dem Rande des Brettes gegenüber, einen 2 Zoll hohen messingeneu Zylinder. Am obersten Ende desselben sind zwei messingene Arme befindlich, von denen sich jeder in einen halben Kreis endigt. Der Mittelpunkt des geschlossenen Kreises befindet sich, wenn die Arme so gedreht werden, daß sie mit dem Rande des Brettes parallel sind, genau über dem im Brette angebrachten Einschnitte. Der Kreis dient dazu, um die Zylinder zu umfassen. Da er aus zwei Stücken bestehet, so kann er nach Gefallen erweitert und verengt werden. Vermittelst einer messingenen Schraube kann man ihn so befestigen, daß der Zylinder ganz festgehalten wird.

Nachdem der Apparat so angeordnet worden, schüttet man zwey bis drei Unzen Kochsalz in eine kleine Retorte, und übergießt sie mit einer gleichen Menge Schwefelsäure, taucht die Mündung derselben unter die Oberfläche des in der Wanne befindlichen Quecksilbers, und erhitzt den Inhalt derselben vermittelst einer Lampe. Es erfolgt ein sehr lebhaftes Aufbrausen; aus der Mündung der Retorte dringen zahlreiche Luftblasen hervor, die auf der Oberfläche des Quecksilbers zerplatzen, und einen weißen Dampf von eigenthümlichem Geruche bilden. Nachdem man so viele von denselben hat entweichen lassen, daß man annehmen kann die in der Retorte

befindliche atmosphärische Luft sey völlig hinweggeschafft worden, bringt man die Mündung derselben in die in dem Brette angebrachte Oeffnung, über welche der Glaszylinder gestellt worden. Die Luftblasen verdrängen bald das Quecksilber aus seiner Stelle und füllen den Zylinder an. Das durch das angegebene Verfahren erhaltene Gas, wird salzsaures Gas genannt.

Schon die Alchemisten kannten diese Substanz (im tropfbar flüssigen Zustande) in der Verbindung mit Wasser; im gasförmigen Zustande untersuchte sie zuerst Priestley in jener früheren Periode seiner Beschäftigungen, in welcher er so viel zur Kenntniß der gasförmigen Substanzen beigetragen hat.

**Eigenschaft.** 1. Die gasförmige Salzsäure ist eine unsichtbare, elastische Flüssigkeit, die in ihren mechanischen Eigenschaften mit der atmosphärischen Luft übereinkommt. Ihr specifisches Gewicht beträgt nach der Bestimmung von Kirwan 0,002315, oder beinahe noch einmal soviel, als das der atmosphärischen Luft \*). Sie hat einen stechenden, eigenthümlichen Geruch, und wenn sie mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, so bildet sie einen unsichtbaren, weißen Dampf. Bringt man eine damit angefüllte Flasche an den Mund, so bemerkt man einen sehr sauern Geschmack, der den des Weinessigs an Säure bei weitem übertrifft.

unter:  
hält weder  
das Ver:  
brennen  
noch das  
thierische  
Leben.

2. Die Thiere sind unfähig, dieses Gas einzuathmen, taucht man sie in damit angefüllte Gefäße, so sterben sie augenblicklich an Verzuckungen. Es brennt auch kein brennbarer Körper in demselben. Es verdient aber bemerkt zu werden, daß dieses

\*) Irish Trans.

Gas eine beträchtliche Wirkung auf die Flamme brennbarer Körper äußert. Taucht man ein brennendes Licht in dasselbe, so nimmt die Flamme im Momente des Verlöschens eine grüne Farbe an, dieselbe Farbe kommt zum Vorschein, wenn nachmals das Licht wieder entzündet wird.

Wird vom Wasser ab-  
sorbirt. 3. Wird etwas Wasser in ein mit diesem Gas angefülltes Gefäß gebracht, so verschwindet das Gas augenblicklich, das Quecksilber, mit dem das Gefäß gesperrt worden, steigt in demselben in die Höhe, und drängt das Wasser in die oberste Stelle desselben. Der Grund dieser Erscheinung ist darin zu suchen, daß eine große Verwandtschaft zwischen dem salzsauren Gase und dem Wasser statt findet; so daß, wenn beide in Berührung kommen, sie sich mit einander verbinden, und eine tropfbare Flüssigkeit darstellen; oder was auf eins hinauskommt, daß das Wasser das Gas absorbirt. Hieraus ersieht man die Nothwendigkeit dieses Gas über Quecksilber aufzufangen. Wären die Gefäße, so wie die Wanne, mit Wasser gefüllt worden, so hätte man keine Spur von Gas erhalten. Von der Verwandtschaft des salzsauren Gases zum Wasser rührt der weiße Dampf her, der bei der Vermischung dieses Gases mit atmosphärischer Luft bemerkt wird; denn es absorbirt den Wasserdampf, der stets in der atmosphärischen Luft enthalten ist. Die Auflösung des salzsauren Gases in Wasser wird von den Chemisten Salzsäure genannt. Die Eigenschaften derselben sollen dann, wenn von den Säuren überhaupt die Rede seyn wird, erörtert werden.

Färbt blaue  
Pflanzen-  
säfte roth. 4. Schüttet man etwas von der blauen Flüssigkeit, die erhalten wird, wenn man rothe Kohl-

blätter in einem zinnernen Gefäße mit Wasser Kocht, in ein mit salzsaurem Gase angefülltes Gefäß, so wird das Gas, wie gewöhnlich, absorbiert, die Flüssigkeit aber zu gleicher Zeit roth gefärbt. Diese Veränderung wird bei den Chemisten für eine charakteristische Eigenschaft der Säuren gehalten.

**Verbindet sich mit Sauerstoff.** Die Salzsaure ist im Stande, sich mit dem Sauerstoffe zu verbinden. Um diese Vereinigung zu bewirken schüttet man gepulvertes schwarzes Braunsteinoxyde in eine Retorte, und übergießt es mit tropfbar flüssiger Salzsaure, erhitzt hierauf die Mischung und bringt die Mündung der Retorte unter Wasser; es erfolgt ein Aufbrausen, und ein grüngesärbtes Gas bringt aus der Retorte hervor, das auf die gewöhnliche Art aufgefangen werden kann. Dieses Gas ist, wie man sich überzeugt hat, eine Verbindung der Salzsaure mit dem Sauerstoffe. Man hat es oxydirte Salzsaure genannt, und es wird in der Folge von ihm die Rede seyn.

**Wirkung der einfachen brennbaren Stoffe auf dasselbe.** 6. Man hat bis jetzt noch keine Verbindung der einfachen brennbaren Stoffe mit dem salzsauren Gase bewirken können. Priestley fand, daß der Schwefel ungefähr den fünften Theil davon langsam absorbiere. Der Rückstand war brennbare Luft, die mit einer blauen Flamme brannte, und vom Wasser nicht eingesogen wurde \*). Der Phosphor absorbierte keine merkliche Menge desselben, allein die Kohle nahm einen großen Theil davon in sich \*\*). Das Wasserstoffgas scheint ohne Wirkung auf dasselbe zu seyn: dasselbe gilt von dem Stickgase.

\*) Priestley II, 283.

\*\*) Ebendaselbst.

Einfache  
unverbrenn-  
liche Stoffe.

Dieß sind die Eigenschaften der einfachen, nicht brennbaren Stoffe. Sie kommen darin mit den einfachen brennbaren überein, daß sie sich mit dem Sauerstoffe verbinden.

Der Stickstoff vereinigt sich so wie der Phosphor, Schwefel und die Kohle mit drei verschiedenen Antheilen Sauerstoff,

1. Der Stickstoff verbindet sich mit drei verschiedenen Antheilen Sauerstoff. und bildet drei verschiedene Zusammensetzungen. Mit dem ersten Antheile bildet er salpetriges Dryde, mit dem zweiten Salpeteroxyde, und mit einem Maximum von Sauerstoff verbunden Salpetersäure. Es bilden demnach Stickstoff und Sauerstoff folgende drei Zusammensetzungen.

1. Salpetriges Dryde.

2. Salpeteroxyde.

3. Salpetersäure.

oder zwei Dryden und eine Säure. In dieser Rücksicht ähnelt es der Kohle.

2 Die Salzsäure mit zwei.

Die Salzsäure verbindet sich nur mit zwei Antheilen Sauerstoff. Mit dem ersten Antheile bildet sie oxydirte Salzsäure, mit dem zweiten überoxydirte Salzsäure. Von diesen Zusammensetzungen wird in der Folge weitläufiger die Rede seyn. Im eigentlichen Sinne sollte die erste derselben nicht sowohl eine Säure, als vielmehr ein Dryde genannt werden.

Ihre charakteristische Eigenschaft.

Der Hauptunterschied der einfachen nicht brennbaren Stoffe, von den einfachen brennbaren besteht darin, daß erstere nicht entzündlich sind; denn während ihrer Verbindung mit dem Sauerstoffe findet, so hoch auch immer die Temperatur ist, bei welcher diese Vereinigung bewirkt wird, kein Freiwerden von Licht und

Wärme statt. Auch die Verbindungen derselben mit dem Sauerstoffe sind nicht entzündlich; sie besitzen aber alle eine wichtige charakteristische Eigenschaft: Sie sind, wie das Sauerstoffgas und die atmosphärische Luft, geschickt das Verbrennen zu unterhalten. (capable of supporting combustion). Der Stickstoff verbindet sich gleichfalls mit allen einfachen, brennbaren Stoffen, und bildet schwefelhaltiges, phosphorhaltiges, kohlenstoffhaltiges Stickgas und Ammonium. Alle diese Zusammensetzungen (wenn nicht etwa die dritte, welche nur eine sehr geringe Menge Kohle enthält, eine Ausnahme macht) sind verbrennlich. Während diesem Verbrennen verbindet sich der einfache brennbare Stoff, der einen Bestandtheil dieser Zusammensetzungen ausmacht, mit dem Sauerstoffe, während der Stickstoff unverändert in einem gasförmigen Zustande entweicht. Aehnliche Verbindungen der Salzsäure und der einfachen brennbaren Stoffe sind nicht bekannt.

Analogien, welche in der Folge angezeigt werden sollen, machen es wahrscheinlich, daß sowohl der Stickstoff, als auch die Salzsäure zusammengesetzte Substanzen sind; so lange aber uns nicht ein glücklicher Versuch die Bestandtheile derselben darlegt, müssen wir sie unter den einfachen Substanzen aufführen.

---

#### Späterer Zusatz des Verfassers,

Es wird den Leser bei der ersten Ansicht überraschen, daß ich an diesem Orte von der Salzsäure gehandelt habe: allein ihre Aehnlichkeit mit dem Stickstoffe ist so auffallend, daß ich sie an diesen Ort zu stellen, mich für berechtigt halte,

Seitdem ich den vorstehenden Abschnitt geschrieben habe, hat mir die Entdeckung der schwefelhaltigen Salzsäure einen neuen Grund an die Hand gegeben, sie an diesem Orte zu lassen.

Da ich mit der Untersuchung der Dryden des Schwefels beschäftigt war, ließ ich einen Strom von gasförmiger, oxydirter Salzsäure durch Schwefelblumen hindurchgehen. Der Schwefel nahm zuerst eine Orangefarbe an, wurde hierauf teigigt, und zerstoß zuletzt zu einer schön rothen Flüssigkeit, <sup>Schwefel-</sup> <sup>haltige</sup> <sup>Salzsäure.</sup> welcher ich den Namen schwefelhaltige Salzsäure gegeben habe. Ihr specifisches Gewicht ist 1,628. Sie ist vollkommen flüchtig, ihre Farbe fällt zwischen Carmoisin und Scharlachroth, gegen das Licht gehalten erscheint sie grünlich. Anfänglich dampft sie eben so sehr, wie Libav's rauchende Flüssigkeit. Ihr Geruch ist, (wiewohl stärker) dem der zur See eingebrachten Güter ähnlich. Setzt man die Augen den Dämpfen derselben aus, so füllen sie sich mit Thränen, und fangen an zu schmerzen. Ihr Geschmack ist äußerst sauer, heiß und bitter. Blaue Pflanzenfarben werden von ihr roth gefärbt. Nähert man sie dem tropfbar flüssigen Ammonium, so erheben sich dicke Dämpfe, welche Salmiak sind: aus dem salpetersauren Silber scheidet diese Säure das Silber in Gestalt gelber Flocken ab.

Tropft man sie in das Wasser, so deckt ein dünnes, aus Schwefel bestehendes Häutchen die Oberfläche der Flüssigkeit, die schwefelhaltige Salzsäure sinkt als ein grün röthliches Delkugelnchen zu Boden, und wird zuletzt in gelbe Flocken verwandelt. Diese Flocken lassen sich biegen, und haben einen sauren Geschmack.

Die schwefelhaltige Salzsäure ist sehr flüchtig, und verdunstet, einer mäßigen Hitze ausgesetzt, gänzlich.

Der Phosphor wird von ihr ohne Aufbrausen aufgelöst: die Farbe der Auflösung ähnelt der des Bernsteines.

Mit Alkohol braust sie heftig, und es wird Aether, der mit schweflichter Säure vermischt ist, entwickelt.

Alle Säuren zersetzen diese schwefelhaltige Verbindung; wobei gewöhnlich der Schwefel ausgeschieden wird. Hiervon machen jedoch die schweflichte Säure, und die Salpetersäure eine Ausnahme. Erstere verändert diese Zusammensetzung gar nicht; letztere bewirkt ein heftiges Aufbrausen, durch welches die schwefelhaltige Salzsäure in Schwefelsäure und Salzsäure verwandelt wird.

Die trocknen feuerbeständigen Alkalien brausen mit dieser Säure heftig auf, wobei sehr viel Wärme frei wird. Läßt man gasförmiges Ammonium durch sie hindurchgehen, so füllt sich das Gefäß mit einem purpurrothen Dampfe; das Ganze wird fest, und nimmt eine rothe Farbe an.

Meiner Analyse zufolge besteht diese Substanz aus:

44, 00 Schwefeloxyde.

35, 75 Salzsäure.

20, 25 Wasser.

---

100, 00 \*).

---

\*) Nicholson's Journal VI, 104.

## Viertes Kapitel.

## V o n d e n M e t a l l e n .

Eigenschaf-  
ten der  
Metalle. Wir müssen die Metalle als die vorzüglichsten Hülfsmittel ansehen, durch welche die Fortschritte des menschlichen Geschlechts befördert worden sind. Ohne sie wäre die Entstehung mehrerer Künste und Wissenschaften kaum möglich. Die Alten waren von der Wichtigkeit derselben so überzeugt, daß sie diejenigen, welche ihre Zeitgenossen zuerst die Kunst, Metalle zu bearbeiten, lehrten, unter die Götter versetzten. In der Chemie nahmen sie stets eine ausgezeichnete Stelle ein: in einer Periode beschränkte sich die ganze Wissenschaft auf eine genauere Kenntniß derselben; und man kann sagen, daß die Wuth der Menschen, Gold zu machen, und die Metalle zu verwandeln, eigentlich die Entstehung der Chemie veranlaßt hat.

Glanz. 1. Eine der Haupteigenschaften der Metalle ist ein eigenthümlicher Glanz, welcher Metallglanz genannt worden ist. Es giebt allerdings noch einige andere Naturkörper, (wie z. B. den Glimmer) die gleichfalls diesen eigenthümlichen Glanz besitzen, allein bei diesen befindet sich nur auf der Oberfläche, und verschwindet sobald diese verletzt wird; bei den Metallen hingegen ist er durch die ganze Masse verbreitet. Dieser Glanz rührt davon her, daß sie ungleich mehr Licht, als andre Körper zurückwerfen, welches wahrscheinlich eine Folge ihres dichteren Gefüges ist, dadurch werden sie vorzüglich zur Verfertigung von Spiegeln geschickt, von denen sie stets die Basis ausmachen.

undurchsichtigkeit. 2. Sie sind vollkommen undurchsichtig, und verschließen dem Lichte den Durchgang, selbst dann, wenn sie zu dünnen Blättchen gestreckt werden. Ein Silberblättchen das  $\frac{1}{100000}$  eines Zolles dick ist, gestattet keinem Lichtstrahle den Durchgang. Gold hingegen ist, wenn es ausnehmend dünn ist, nicht vollkommen undurchsichtig; denn ein Goldblättchen das  $\frac{1}{280000}$  Zoll dick ist, erscheint wenn es gegen die Sonne gehalten wird, dem Auge von lebhaft grüner Farbe, dieses würde, wie Newton zuerst bemerkt hat, nicht der Fall seyn, wenn es nicht die grünen Lichtstrahlen hindurchließe. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß wie eben dieser Naturforscher vermuthet, alle Metalle das Licht hindurchlassen würden, wenn man sie nur dünn genug schlagen könnte. Von der Undurchsichtigkeit der Metalle rührt zum Theil ihre vorzügliche Anwendung zu Spiegeln her, denn der Glanz allein würde sie hierzu nicht geschickt machen.

Schmelzbarkeit. 3. Sie können durch die Einwirkung der Hitze in Fluß gebracht werden, und selbst dann bleiben sie undurchsichtig. Dadurch werden sie geschickt in Formen gegossen, und in jede beliebige Gestalt verarbeitet zu werden. Die verschiedenen Metalle bieten in Rücksicht der Schmelzbarkeit große Verschiedenheiten dar. Das Quecksilber ist so schmelzbar, daß es bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre flüssig ist, während andre Metalle so strengflüssig sind, daß sie, wie das Platin nur bei dem stärksten Feuergrade, den man hervorzubringen vermögend ist, in Fluß gerathen.

Gewicht. 4. Das specifische Gewicht der Metalle ist größer, als das der andern Körper. Antimonium, das zu den leichtesten gehört, ist sechsmal schwerer als Wasser; und das

specifische Gewicht des Platins, des schwersten unter allen bekannten Metallen, ist 23, das des Wassers gleich 1 gesetzt. Ohne Zweifel trägt diese große Dichtigkeit sehr viel dazu bei, daß eine große Menge Lichtstrahlen zurückgeworfen werden, wodurch der metallische Glanz hervorgebracht wird.

**Fähigkeit zu leiten.** 5. Die Metalle sind unter allen Naturkörpern mit denen bis jetzt Versuche angestellt worden sind, die besten Leiter für die Electricität.

**Härte.** 6. Keines der Metalle ist außerordentlich hart, allein einige können, durch Kunst so sehr gehärtet werden, daß sie alle übrigen Körper an Härte übertreffen. Daher kann man sich des Stahls zu einer großen Menge schneidender Werkzeuge bedienen; zu ähnlichen Zwecken bedienen sich die Alten einer Mischung aus Kupfer und Zinn.

**Elasticität.** 7. Die Elasticität der Metalle hängt von ihrer Härte ab, und kann durch dieselben Hülfsmittel wie die Härte vermehrt werden. So sind die Uhrfedern welche aus Stahl verfertigt werden, vollkommen elastisch, ungeachtet Eisen in seinem natürlichen Zustande nur wenig Elasticität besitzt.

**Streckbarkeit.** 8. Eine der wichtigsten Eigenschaften ist die Streckbarkeit, hierunter versteht man die Eigenschaft durch Schläge mit dem Hammer breit geschlagen und ausgedehnt zu werden. Diese Eigenschaft welche den Metallen eigenthümlich ist, setzt uns in Stand ihnen jede beliebige Form zu ertheilen; und sie zu den verschiedenen Werkzeugen deren wir benöthigt sind, zu verarbeiten. Nicht alle Metalle haben diese Eigenschaft, merkwürdig ist es aber, daß alle diejenigen welche den Alten bekannt waren, diese Eigenschaft besitzen. Die Hitze vermehrt diese Eigenschaft

ungemein. Daß Hämmern macht die Metalle härter und dichter.

Dehnbar-  
keit. 9. Eine andre Eigenschaft, welche gleichfalls einigen Metallen fehlt, ist die Dehnbarkeit; hierunter versteht man die Eigenschaft, dieselben dadurch, daß man sie durch Oeffnungen von verschiedenem Durchmesser treibt, zu Drath zu ziehen.

Zähigkeit. 10. Die Dehnbarkeit hängt gewissermaßen von einer andern Eigenschaft, der Zähigkeit, ab. Diese mißt man durch ein Gewicht, das an das Ende eines Drahtes von einem gegebenen Durchmesser aufgehängt werden kann, ohne daß der Drath zerreißt. Es findet in Ansehung der Zähigkeit unter den Metallen eine beträchtliche Verschiedenheit statt. Ein Eisendrath, der  $\frac{1}{10}$  Zoll im Durchmesser hat, trägt, ohne zu zerreißen, ein Gewicht von 500 Pfunden, da hingegen ein Bleidrath von demselben Durchmesser nur etwa 29 Pfund trägt.

Kalcination 11. Werden die Metalle der Einwirkung der Hitze und Luft ausgesetzt, so verlieren die meisten derselben ihren Glanz, und werden in erdähnliche Pulver von verschiedener Farbe und Eigenschaften nach Verschiedenheit des Metalls und des angewandten Feuergrades verwandelt. Einige Metalle entzündeten sich sogar, wenn sie einem starken Feuergrade ausgesetzt werden, der nach erfolgtem Verbrennen bleibende Rückstand ist dieselbe erdähnliche Substanz, welche Metallkalk genannt worden.

Reduktion. 12. Wird ein so genannter Metallkalk mit Kohlenpulver vermischt in einem schicklichen Gefäße der Einwirkung des Feuers ausgesetzt, so wird derselbe wieder in dasjenige Metall verwandelt, aus dem er gebildet worden. Aus

Stahl diesen Erscheinungen folgerte Stahl, daß die Metalle aus Erde und Phlogiston bestehen. Seiner Meinung zufolge gab es nur eine uranfängliche Erde, die nicht allein die Basis aller derer Substanzen, die mit dem Nahmen Erden belegt werden, sondern auch die Grundlage aller Metalle ausmachen sollte. Er fand aber, daß es unmöglich sey, eine bloße Erde mit Phlogiston zu verbinden, und nahm daher mit Bechern an, daß es außer der Erde und dem Phlogiston noch einen andern Bestandtheil gebe, welcher in die Zusammensetzung der Metalle eingehe. Dieses Princip nannte Becher die mercurialische Erde, weil sie seiner Meinung zufolge in vorzüglicher Menge im Quecksilber angetroffen wird, sie war nach ihm äußerst flüchtig, und entwich während der Kalcination. Einige Chemisten behaupteten sogar, daß man diese Erde in dem Ruß derjenigen Rauchfänger antrefse, unter denen Metalle kalcinirt worden.

Man erkannte bald einen wesentlichen Mangel dieser Theorie. Daß Metall welches zur Entstehung des Metallkaltes Gelegenheit gegeben, läßt sich, wenn letzterer mit irgend einer Substanz die Phlogiston enthält, erhitzt wird, in seiner ursprünglichen Gestalt wieder darstellen. Entweicht die mercurialische Erde während dem Verbrennen, so kann sie unmöglich eine zur Bildung der Metalle unerlässliche Bedingung seyn, indem dieselben auch ohne jene Erde sich darstellen lassen. Ist diese hingegen stets mit dem Kalke verbunden, so fehlt es gänzlich an Beweisen für das Daseyn derselben. Diese Gründe nöthigten die Chemisten die mercurialische Erde völlig aufzugeben, und zu folgern, daß die Metalle nur allein aus Erde und Phlogiston bestehen.

Verbessert  
durch Hens-  
tel.

Ist aber das letztere der Fall, so fragt es sich, warum sich diese beide Substanzen nicht durch Kunst verbinden lassen? Henkel war der erste, welcher eine Lösung dieser Schwierigkeit versuchte. Nach ihm sind metallische Erde und Phlogiston von so heterogener Natur, daß es für die Kunst äußerst schwer, ja sogar unmöglich ist, eine Vereinigung derselben einzuleiten: hat hingegen die Natur hierzu den Anfang gemacht, so ist es leicht das angefangene zu vollenden. Noch ist es nicht geglückt den Metallen durch Kalcination alles Phlogiston zu entziehen; ein Antheil desselben bleibt stets mit den Metallkalke vereinigt. Dieser Ueberrest von Phlogiston macht es so leicht, sie wieder in metallischem Zustande darzustellen. Würde die Kalcination lange genug fortgesetzt, und durch dieselbe den Metallen alles Phlogiston entzogen, so würden diese in den Zustand andrer Erden versetzt werden; dann würde es eben so schwer seyn, sie in Metalle zu verwandeln, oder nach dem chemischen Ausdrucke sie wieder herzustellen oder zu reduciren. Dem zufolge finden wir, daß, je vollständiger die Kalcination eines Metalls erfolgt ist, um so schwieriger die Reduktion desselben sey.

und Berg-  
mann.

Diese Erklärung fand eine günstige Aufnahme. Nachdem man aber die charakteristischen Eigenschaften der verschiedenen Erden genauer kennen lernte, und die verschiedenen Metallkalke sorgfältiger untersuchte, so fand man, daß die Metallkalke in mehreren Stücken sich sowohl von den Erden, als auch unter sich unterscheiden. Wollte man sie daher für eine und dieselbe Substanz erklären, so würde man weiter gehen, als wozu Versuche und Beobachtungen berechtigten, ja man würde dem, was Erfahrung lehrt,

offenbar den Krieg erklären. Man schloß demnach, daß jedes besondere Metall aus einer besondern Erde und Phlogiston bestehe. Diese so modificirte Ansicht wurde vorzüglich von Bergmann in die Chemie eingeführt.

Noch waren bei der Kalcination mehrere Phänomene vorhanden, welche die ganze Zeit hindurch auf eine unbegreifliche Art übersehen worden. Alle Metallkalle sind beträchtlich schwerer, als die Metalle, aus denen sie erhalten worden. Boyle hatte diesen Umstand bemerkt, und schrieb ihn einem gewissen Quantum Feuer zu, das, seiner Meinung nach, während der Kalcination sich mit dem Metalle vereinigte \*). Die folgenden Chemisten schenkten dieser Bemerkung wenig <sup>Wird von</sup> Aufmerksamkeit, bis Lavoisier seine merkwürdigen <sup>Lavoisier</sup> Versuche über die Kalcination in den Pariser Abhandlungen vom Jahre 1774 bekannt machte. Er schütete 8 Unzen Zinn in eine weite Glasretorte, deren Hals in eine dünne Röhre ausgezogen war, um damit sie leicht zum Schmelzen gebracht werde. Die Retorte wurde langsam erhitzt, bis das Zinn anfang zu schmelzen, und hierauf hermetisch versiegelt. Durch das vorhergegangene Erhitzen wurde ein Theil der Luft herausgetrieben, dieses war nöthig, um das Zerspringen der Retorte zu verhindern. Hierauf wurde die Retorte, welche 250 Kubikzoll Inhalt hatte, auf das genaueste gewogen, und wieder aufs Feuer gebracht. Das Zinn fing bald an zu schmelzen, und seine Oberfläche bedeckte sich mit einem Häutchen, welches nach und nach in ein graues Pulver verwandelt wurde, dieses sank bei geringem Schütteln auf den Boden des flüssigen Metalls: kurz das Zinn wur-

---

\*) Fire and flame weighed. Shaw's Boyle II, 388.

de zum Theil in Kalk verwandelt. Dieser Proceß dauerte drei Stunden; hierauf rückte die Kalcination nicht weiter fort, und das Metall wurde nicht ferner verändert. Die Retorte wurde nunmehr aus dem Feuer genommen und gewogen, wo dann ihr Gewicht unverändert gefunden wurde. Hieraus ersieht man, daß sich keine neue Substanz mit den in der Retorte befindlichen Substanzen verbunden hat, und daß mithin die Zunahme des Gewichts keinesweges, wie Boyle vermuthete, der Fignirung des Feuers zugeschrieben werden kann \*).

Nachdem die Spitze der Retorte abgebrochen worden war, drang die äußere Luft mit Geräusch ein, und das Gewicht der Retorte wurde um zehn Gran vermehrt. Es müssen mithin zehn Gran Luft eingedrungen, folglich eben so viel Luft während der Kalcination verzehret worden seyn. Da das Metall nebst dem Kalk gewogen wurden, so fand man, daß sie zehn Gran an Gewicht zugenommen hatten; mithin ist die verschwundene Luft vom Metall absorbirt worden; da ferner der Theil Zinn, welcher sich im metallischen Zustande befand, unverändert war, so muß sich die Luft nothwendig mit dem Metallkalk verbunden haben. Die Gewichtszunahme der Metalle bei der Kalcination rührt demnach von der Vereinigung derselben mit der Luft her \*\*). Allein es war keines-

\*) Dieser Versuch ist von Boyle mit demselben Erfolg an gestellt worden. Er zog darum einen falschen Schluß, weil er die Beschaffenheit der im Gefaße enthaltenen Luft nicht untersuchte. Shaw's Boyle II, 391.

\*\*\*) Merkwürdig ist es, daß Johann Rey, ein Arzt aus Verigord, schon im Jahre 1730 diese Erscheinung derselben Ursache zuschrieb. Die Schriften dieses Mannes zogen aber wenig

weges alle im Gefäße enthaltene Luft verzehrt worden, und dessenungeachtet wollte die Kalcination nicht weiter fortrücken. Mithin ist es nicht der ganze Antheil Luft, sondern nur ein Bestandtheil derselben, welcher sich mit den Metallkalken verbindet. Durch die spätern Entdeckungen von Priestley, Scheele und Lavoisier selbst, ist es außer Zweifel gesetzt worden, daß der nach der Kalcination bleibende Rückstand stets Stickgas sey. Hieraus folgt also, daß sich nur der Sauerstoff mit den Metallkalken verbindet, und daß der Metallkalk keine einfache, sondern eine zusammengesetzte Substanz sey.

Lavoisier bemerkte, daß das Gewicht des Metallkalles stets dem Gewichte des angewandten Metalls, und dem des absorbirten Sauerstoffes zusammengenommen gleich sey. Nun entstand die Frage: „Verlieren die Metalle während der Kalcination irgend einen Bestandtheil, enthalten sie mithin Phlogiston? Lavoisier selbst warf diese Frage auf, und beantwortete sie durch eine Reihe sinnreicher Versuche und Beobachtungen. Die Metalle werden nur dann, wenn sie mit Sauerstoff in Berührung sind, und im Verhältniß wie

Aufmerksamkeit auf sich, wurden ganz vergessen, bis diese Behauptung durch Lavoisier's Versuche außer allen Zweifel gesetzt wurde. Auch Rayow schrieb im Jahre 1674 die Gewichtszunahme der Metalle bei der Kalcination der Verbindung derselben mit dem Sauerstoffe zu: „Quippe vix concipi potest (sagt er) unde augmentum illud antimonii (calcinati) nisi a particulis nitro aëreis ignisque inter calcinandum *fixis* procedat.“ Tract. p. 28. „Plane ut antimonii fixatio non tam a sulphuris ejus externi assumptione quam particulis nitro aëreis, quibus flamma nitri abundat, ei *infixis* provenire videatur.“ Ibid. pag. 29.

sie sich mit demselben verbinden, kalcinirt. Dem zufolge absorbiren sie nicht allein Sauerstoff, sondern diese Absorption ist auch unumgänglich erforderlich, wenn das Metall in den Zustand eines Kalkes übergehen soll. Wird Quecksilberkalk in Verbindung mit dem pneumatisch chemischen Apparat in einer Retorte erhitzt, bis die Temperatur  $1000^{\circ}$  ist, so wird er in reines Quecksilber verwandelt, zugleich wird eine beträchtliche Menge Sauerstoff im gasförmigen Zustande entbunden. Da dieser Versuch in einem verschlossenen Gefäße vorgenommen wurde, so konnte sich keine neue Substanz mit dem Metalle verbinden. Der Metallkalk wurde demnach ohne Phlogiston im metallischen Zustande dargestellt. Das Gewicht des Metalles ist mit dem des erhaltenen Sauerstoffgases zusammengenommen, genau dem Gewichte des Metallkalkes gleich; mithin ist gar kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß im Quecksilber Phlogiston enthalten sey. Die Kalcination desselben ist lediglich eine Folge der Verbindung desselben mit dem Sauerstoffe \*). Die Kalle des Bleies, Silbers und Gol-

---

\*) Der Versuch wurde von Bayen im Jahre 1774 angestellt. Dieser Naturforscher überzeugte sich früher als Lavoisier, daß nicht in allen Metallen Phlogiston enthalten sey. „Ces experiences (sind seine Worte) vont nous detromper. Je ne tiendrai plus le langage des disciples de Stahl, qui seront forcés de restreindre la doctrine sur le phlogistique, ou d'avouer que les precipités mercuriales, dont je parle, ne sont pas de chaux metalliques, ou enfin qu'il y a des chaux qui peuvent se reduire sans le concours de phlogistique. Les experiences que j'ai faites me forcent de conclure que dans la chaux mercuriale dont je parle, le mercure doit son état calcaire, non à la perte du phlogistique qu'il n'a pas essayée, mais à sa combinaison intime avec le fluide elastique, dont le poids ajouté à celui du mercure est la seconde cause de l'augmentation de pesanteur qu'on ob-

des lassen sich genau auf dieselbe Art zerlegen; und Van Marum zersezte mit Hülfe der großen Elektrisir-Maschine gleichfalls die Kalke des Zinnes, Zinkes und Antimoniums und trennte das Metall von dem Sauerstoffe \*). Dieselben Schlüsse finden auch in Rücksicht dieser Metalle statt. Alle Metallkalle lassen sich zersezzen, wenn man ihnen Substanzen darbietet, die eine größere Verwandtschaft zum Sauerstoff als sie haben. Aus diesem Grunde ist das Kohlenpulver ein so kräftiges Mittel die Metallkalle zu reduciren; wird es mit ihnen vermischt, und die Mischung in einem schicklichen Gefäße in Verbindung mit dem pneumatichen Apparate erhitzt, so lassen sich die hiebei stattfindenden Erscheinungen leicht beobachten. Während der Reduction geht eine beträchtliche Menge kohlen-saures Gas über, dessen Gewicht nebst dem des erhaltenenen Metalles soviel beträgt, als das des Metallkalles, und der angewandten Kohle; in dieser müssen also alle Bestandtheile der erhaltenenen Produkte befindlich seyn; und es ist bekannt, daß kohlen-saures Gas aus Kohle und Sauerstoff besteht. Während des Processes verbindet sich demnach der Sauerstoff des Kalles mit der Kohle, und das Metall bleibt zurück. Es ist mithin außer allem Zweifel, daß alle Metallkalle aus dem ganzen Metalle das sich mit Sauerstoff verbunden hat, bestehen; und daß die Calcination eben so wie das Verbrennen ein Resultat dieser Verbindung sey. Alle Metalle müssen demnach bei dem jezigen Zustande der Wis-

---

serve dans les precipités que j'ai soumis à l'examen." Jour. de Phys. 1774. pages 288, 295. — Dadurch, daß Lavoisier mit dieser Abhandlung von Bahen bekannt wurde, wurde seine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand geleitet.

\*) Jour. de Phys. 1785.

senschaft für einfache Substanzen erklärt werden, denn noch hat es der chemischen Kunst nicht gelingen wollen sie zu zerlegen.

**Erklärung** Die Worte Kalk und Verkalkung sind offenbar eines Dryde und der Drydation. unpassend, indem sie falsche Begriffe veranlassen; statt ihrer sollen in der Folge die Wörter Dryde und Drydation, die zuerst durch die französischen Chemisten eingeführt worden sind, gebraucht werden. Ein metallisches Dryde bezeichnet die Verbindung des Metalles mit dem Sauerstoff, und Drydation bezeichnet den Aktus dieser Verbindung.

**Die Metalle** 13. Alle Metalle sind demnach fähig sich mit te verbinden dem Sauerstoffe zu verbinden; diese Verbindung sich mit dem Sauerstoffe. erfolgt zuweilen ohne Verbrennen. Die neuen Zusammensetzungen die hierdurch gebildet werden, werden metallische Dryden, in einigen Fällen metallische Säuren genannt. Die Metalle können sich mit verschiedenen Antheilen Sauerstoff verbinden, und dem zufolge verschiedene Arten von Dryden oder Säuren darstellen. Sonst bediente man sich der Farbe derselben als Unterscheidungszeichen. Eines dieser Dryden wurde rothes, ein anderes schwarzes Dryde genannt, jetzt weiß man aber, daß ein und dasselbe Dryde nach Verschiedenheit der Umstände verschiedene Farben anzunehmen fähig ist. Der von der Farbe entlehnten Bezeichnung fehlt mithin Präcision, und sie kann zu Irrthümern führen, vorzüglich da es Fälle giebt, wo zwei verschiedene Dryden desselben Metalls dieselbe Farbe haben.

**Nomenklas** Da es unumgänglich nöthig ist, daß man die tur der Dryden. verschiedenen Dryden des Metalls mit der erforderlichen Genauigkeit von einander unterscheiden könne, und da

die gegenwärtige chemische Nomenklatur in dieser Rücksicht unvollkommen ist, so werde ich, bis eine schicklichere Bezeichnung eingeführt worden, sie dadurch von einander unterscheiden, daß ich dem Wort *Dryde* die erste Sylbe der griechischen Zahlwörter vorsehe. So wird *Protoryde* das mit einem Minimum von Sauerstoff verbundene Metall bezeichnen, oder das *Dryde* des ersten Grades; *Deutoryde* wird das *Dryde* des Metalls das mit der nächstfolgenden Menge Sauerstoff verbunden ist, oder das *Dryde* des zweiten Grades anzeigen \*). Hat sich ein Metall mit der größtmöglichen Menge Sauerstoff vereinigt, so werde ich die dadurch entstandene Verbindung *Peroryde* nennen, ein Ausdruck welcher zu erkennen giebt, daß das Metall durchgängig oxydirt sey \*\*).

So dient das Wort *Dryde* dazu, um die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Metall im Allgemeinen zu bezeichnen. Die Worte *Protoryde* und *Peroryde* drücken die äußersten Grenzen der Oxydation aus, jenes die Verbindung des Metalls mit dem Minimum, dieses die Verbindung des Metalls mit dem Maximum von Sauerstoff; die Bezeichnungen *Deutoryde*, *Tritoryde* u. s. w. dienen dazu die

---

\*) Dieselben Erklärungsgründe dienen dazu, die Bedeutung der Bezeichnungen *Tritoryde*, *Tetoryde*, *Pentoryde*, *Hectoryde* zu bestimmen.

\*\*\*) Etymologen werden gegen diese Bezeichnung erinnern, daß sie eine heterogene aus einem griechischen und lateinischen Worte gebildete Zusammensetzung sey; allein dieser Fehler ist, wofern es ja einer ist, sehr oft bei Bildung chemischer Bezeichnungen begangen worden. Die Hauptsache bei der Wahl von Wortzeichen ist, daß sie präcis, und nicht zu weitläufig und unbehüllich sind.

Zwischengrade der Oxydation zwischen jenen äußersten Punkten anzugeben.

Verbindung mit brennbaren Stoffen. 14. Die Metalle verbinden sich gleichfalls mit den einfachen brennbaren Stoffen. Man bezeichnet diese Verbindungen, indem man als Beiwort den brennbaren Stoff mit der Endigung haltig demjenigen Metalle vorsetzt, mit dem er eine Vereinigung eingegangen ist. So nennt man die Verbindung des Metalls mit Schwefel, Phosphor oder Kohle, schwefelhaltiges, phosphorhaltiges oder Kohlenstoffhaltiges Metall. Von dem Wasserstoffe ist es eben so wenig, als von den einfachen unverbrennlichen Körpern, erwiesen, daß er ähnliche Verbindungen eingehe.

und unter einander. 15. Auch die Metalle sind geschickt, Verbindungen mit einander einzugehen und Zusammensetzungen zu bilden, von denen einige für Künste und Gewerbe von größtem Nutzen sind. So ist das Loth der Bleigieser eine Verbindung von Blei und Zinn; Messing, eine Zusammensetzung aus Kupfer und Zink; Glockenmetall, eine Verbindung aus Kupfer und Zinn. Die Metallgemische bekommen den besondern Nahmen Amalgame, wenn eins der zur Zusammensetzung gewählten Metalle Quecksilber ist. So wird die Verbindung des Quecksilbers mit Golde Goldamalgam genannt.

16. Wir zählen jetzt 23 Metalle; von diesen waren vor dem Jahre 1730 nur 11 bekannt. Sie lassen sich süglich einteilen: 1) In streckbare Metalle; 2) in spröde und leicht schmelzbare Metalle; und 3) in spröde und strengflüssige Metalle. Nachstehende Tabelle enthält die Metalle nach diesen verschiedenen Klassen abgetheilt.

## I. Streckbare Metalle.

1. Gold. 6. Eisen.

2. Platin. 7. Zinn.

3. Silber. 8. Blei.

4. Quecksilber. 9. Nickel.

5. Kupfer. 10. Zink.

## II. Spröde und leicht schmelzbare Metalle.

1. Wismuth. 3. Tellurium.

2. Antimonium. 4. Arsenik.

## III. Spröde und strengflüssige Metalle.

1. Kobalt. 6. Titanium.

2. Magnesium. 7. Chromium.

3. Scheelium. 8. Columbium.

4. Molybdänum. 9. Tantalium.

5. Uranium.

Die der ersten Klasse angehörenden Metalle wurden sonst vorzugsweise Metalle genannt, weil sie sich hämmern oder zu Drathe ziehen, oder auch beides zugleich lassen; die übrigen wurden Halbmetalle genannt, weil sie spröde waren. Jetzt hat man aber diesen Unterschied gänzlich aufgegeben; und es mußte auch, wie Bergmann richtig bemerkt, geschehen, da er auf einer ganz falschen Voraussetzung beruhet, und zu falschen Vorstellungen führt. Die vier ersten Metalle wurden edle oder vollkommene Metalle genannt, weil die Dryden derselben durch bloße Einwirkung der Hitze reducirbar sind; die darauf folgenden viere wurden unvollkommene Metalle genannt, weil man die Dryden derselben, ohne Zusatz einer brennbaren Substanz, nicht für redu-

cirbar hielt; allein auch dieser Unterschied ist als unstatthaft aufgegeben worden.

### Erster Abschnitt.

#### V o m G o l d e.

I. Die Menschen scheinen das Gold von den frühesten Zeiten her gekannt zu haben. Die Eigenschaften und die Seltenheit desselben haben ihm einen höhern Preis als den übrigen Metallen verschafft.

1. Es hat eine orange oder röthlich gelbe Farbe, und keinen merklichen Geruch und Geschmack. Sein Glanz ist beträchtlich, es stehet in dieser Rücksicht nur dem Platin, Stahl, Silber und Quecksilber nach.

2. Seine Härte ist gleich  $6\frac{1}{2}$  \*); sein specifisches Gewicht 19, 3.

\*) Ich habe mich in diesem ganzen Werke der Methode von Kirwan die verschiedenen Grade der Härte durch Zahlen auszudrücken bedient. Kirwans eigne Erläuterung, welche ich hier beifüge, wird über die Bedeutung dieser Zahlen keine Dunkelheit lassen.

3) Bedeutet die Härte des Kaltes.

4) Einen höhern Grad von Härte, die jedoch Eindrücke vom Nagel annimmt.

5) Was nicht mehr Eindrücke vom Nagel annimmt, aber mit Leichtigkeit und ohne das harte Stellen fühlbar sind, vom Messer angegriffen wird.

6) Was schwerer vom Messer angegriffen wird.

7) Was kaum vom Messer angegriffen wird.

8) Was sich nicht mit dem Messer schaben läßt, allein mit dem Stahle keine Funken giebt.

**Streckbar** Es übertrifft jede andre Substanz an Streck-  
**leit.** barkeit und Dehnbarkeit. Man kann es zu so dün-  
 nen Blättchen schlagen, daß ein Gran Gold eine Fläche von  
 56,75 Quadrat-Zollen bedeckt. Die Dicke dieser Blättchen  
 beträgt nur  $\frac{1}{172000}$  Zoll. Die Lage Gold mit welcher ein  
 vergoldeter Silberdrath überzogen ist, hat sogar nur  $\frac{1}{2}$  von  
 der angegebenen Dicke jener Blättchen. Eine Unze Gold mit  
 der ein Silberdrath vergoldet worden, läßt sich zu einer Länge  
 von mehr als 1300 englischen Meilen ausziehen <sup>9)</sup>.

**Zähigkeit.** 4. Die Zähigkeit dieses Metalls ist beträch-  
 tlich, ungeachtet es in dieser Rücksicht dem Eisen, Kupfer,  
 Platin und Silber nachstehet. Aus Sickingens Versuchen  
 geht hervor, daß ein Golddrath der 0,078 Zoll im Durch-  
 messer hat, ein Gewicht von 150,07 Pfund ohne zu zerrei-  
 ßen tragen kann <sup>10)</sup>.

**Einwirk** 5. Es schmilzt bei dem 32 Grade nach Wedg-  
**lung der** wood's Pyrometer <sup>11)</sup>). Das fließende Gold  
**Figc.** hat eine glänzende bläulich grüne Farbe. Es dehnt sich wäh-  
 rend dem Schmelzen aus, und zieht sich beim Festwerden  
 mehr als die meisten andern Metalle zusammen: dieser Eigen-  
 schaft wegen ist es weniger geschickt in Formen ausgegossen  
 zu werden.

Um es zu verflüchtigen wird ein sehr heftiger Feuergrab

9) Was mit dem Stahle wenige schwache Funken giebt.

10) Was viele und lebhafte Funken giebt. Kirwan's Mine-  
 ralogy I, 38.

11) Shaw's Boyle I, 404.

\*\*\*) Ann. de Chim. XXV, 9.

\*\*\*\*) Nach der Schätzung der Dijoner Akademisten schmilzt es  
 bei 1298° Fahrenheit; nach Morfimer bei 1301°.

erfordert: es ist mithin nach dem Ausdrücke der Chemisten ausnehmend feuerbeständig, Boyle und Kunkel setzten es mehrere Monate lang der Hitze eines Glasmacherofens aus, ohne daß es verändert wurde, es verlor auch nicht merklich an seinem Gewichte, als es mehrere Stunden lang dem Brennpunkte des Parkerschen Brennglases ausgesetzt wurde \*). Homburg bemerkte jedoch, daß wenn eine sehr geringe Menge Gold im Fluß erhalten wird, dasselbe sich zum Theil verflüchtigt. Diese Beobachtung ist durch Macquer bestätigt worden, dieser bemerkte, daß sich dieses Metall als Dampf zu einer Höhe von fünf bis sechs Zollen erhebt, und eine darüber gehaltene Silberplatte vergoldet. Lavoisier beobachtete dasselbe als er Silber über Gold das durch Feuer welches mit Sauerstoffgas angefacht wurde (woburch eine ungleich größere Hitze hervorgebracht wird, als wenn man sich hierzu der atmosphärischen Luft bedient) schmelzen ließ.

Nach dem Schmelzen nimmt es unter günstigen Umständen eine krystallinische Gestalt an. Lillet und Mongez erhielten es in kurzen vierseitigen Pyramiden.

6. Die Einwirkung der Luft verändert das Gold nicht, es verliert dadurch nicht einmal seinen Glanz. Auch das Wasser hat keine Wirkung auf dasselbe.

Zwei II. Unter gewissen Umständen gehet es aber des-  
 Dryden. sen ungeachtet eine Verbindung mit dem Sauerstoff ein, und kann sogar im Brand gerathen, die hierdurch entstehende Zusammensetzung ist ein Dryde des Goldes. Es giebt zwei verschiedene Dryden dieses Metalles: das Protodyde hat eine purpurrothe oder violette, das Peroxyde eine gelbe Farbe.

1. Prot  
oxyde.

4. Das Gold muß beträchtlich erhitzt werden, ehe es Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft annehmen kann. Es kann lange rothglühend erhalten werden, ehe eine solche Veränderung erfolgt. N o m b e r g bemerkte aber doch, daß wenn er es dem Brennpunkte des Tschirnhausenschen Brennglases aussetzte, sich die Oberfläche des schmelzenden Goldes mit einem purpurrothen Oxyde bedeckte; die Richtigkeit dieser Beobachtung wurde durch M a c q u e r außer allen Zweifel gesetzt, der ähnliche Versuche mit einem ungleich wirksamern Brennglase anstellte. C a m u s bemerkte gleichfalls im Jahre 1773, daß wenn er den elektrischen Funken durch Goldblättchen welche er zwischen zwei Glasplatten legte schlagen, oder eine starke Entladung über eine vergoldete Oberfläche gehen ließ, im beiden Fällen das Metall oxydirt wurde, und eine purpurrothe Farbe annahm. Mehrere Naturforscher bezweifelten es, daß unter den angeführten Umständen eine wirkliche Oxydation des Goldes statt finde, allein die Versuche von B a n M a r u m haben hierüber keinen Zweifel weiter gelassen. Als dieser die Funken der großen L e y l e r s c h e n Elektrisir-Maschine durch einen in der freien Luft aufgehängten Golddrath schlagen ließ, so entzündete er sich, brannte mit einer grünlichen Flamme, verflüchtigte sich ganz als Dampf, und dieser verhielt sich da er gesammelt wurde, als ein purpurfarbenedes Goldoxyde. Nach B a n M a r u m erfolgt dieses Verbrennen nicht allein in atmosphärischer Luft, sondern auch in Wasserstoffgase und andere Gasarten die nicht im Stande sind das Verbrennen zu unterhalten. Diese auffallende Beobachtung muß noch durch andere Versuche bestätigt werden, ehe sich hieraus Folgerungen ziehen lassen. Jetzt kann man das Verbrennen des Gol-

des sehr leicht vermittelst der galvanischen Batterie bewerkstelligen \*). Ich habe ein Verbrennen des Goldbrathes dadurch bewirkt, daß ich denselben einem brennenden Ströme einer Mischung aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas aussetzte. In allen den Fällen in welchen Gold verbrannt wird, wird wie aus allen Versuchen hervorgehet das Protoxyde oder purpurfarbene Dryde des Goldes gebildet.

2. Peroxyde. 2. Das Peroxyde oder gelbe Dryde des Goldes läßt sich durch folgendes Verfahren darstellen: Man mischt gleiche Theile Salpeter- und Salzsäure \*\*) und übergießt damit das Gold; es erfolgt ein Aufbrausen, das Gold wird nach und nach aufgelöst, und die Flüssigkeit nimmt eine gelbe Farbe an. Man sieht leicht ein unter welchen Umständen eine solche Auflösung erfolgt. Kein Metall wird von einer Säure aufgelöst, es sey denn, daß es vorher in ein Dryde verwandelt worden. Zwischen dem Dryde des Goldes und der Salzsäure findet eine beträchtliche Verwandtschaft statt. Die Salpetersäure liefert dem Golde den Sauerstoff, und die Salzsäure löset das Dryde auf, so wie es gebildet wird. Ist der Salpetersäure der größte Theil ihres Sauerstoffes entzogen worden, so geht sie in einen gasförmigen Zustand über, und wird alsdann Salpetergas genannt. Von der Entwicklung dieser Gasart rührt das Aufbrausen her, welches diese Auflösung begleitet. Das Dryde des Goldes.

---

\*) Die Art, wie dieser Versuch angestellt wird, soll in der Folge beschrieben werden.

\*\*) Diese Mischung wurde von der Eigenschaft, die sie besitzt, Gold aufzulösen, sonst Aqua Regis genannt, weil bei den Alchemisten das Gold der König der Metalle genannt wurde, jetzt wird sie salpetrige Salzsäure genannt.

des läßt sich aus seiner Auflösung dadurch fällen, daß man in diese eine Auflösung von Kali, oder noch besser der Kalkerde in Wasser gießt, diese beide Substanzen haben eine nähere Verwandtschaft zur Salzsäure als das Goldoxyde.

Mittel sie Die Dryden des Goldes lassen sich in verschlossenen Gefäßen durch bloße Einwirkung der Hitze zersetzen. Das Gold bleibt feuerbeständig zurück, und der Sauerstoff entweicht in einem gasförmigen Zustande. Auch alle diejenigen Substanzen welche eine größere Verwandtschaft zum Sauerstoff als das Gold haben, zersetzen diese Dryden.

III. Bis jetzt hat es nicht gelingen wollen, eine Verbindung zwischen dem Golde und Schwefel, Kohle, oder Wasserstoff zu bewirken. Pelletier verband es mit Phosphor indem er in einen Schmelztiegel eine halbe Unze Gold mit einer Unze Phosphorglas \*) und Kohlepulver zusammenschmolz. Das phosphorhaltige Gold, welches er bei diesem Versuche erhielt, war brüchig, weißer als Gold und hatte ein krystallinisches Ansehen. Es bestand aus 23 Theilen Gold und einem Theile Phosphor \*\*). Er erhielt dieselbe Zusammensetzung, wenn er kleine Stückchen Phosphor in schmelzendes Gold warf \*\*\*). Phosphor ist mithin die einzige von den brennbaren Substanzen, die fähig ist, eine Verbindung mit dem Golde einzugehen.

IV. Mit den einfachen unverbrennlichen Körpern, geht das Gold so weit wie bis jetzt unsere Kenntnisse reichen, keine Verbindung ein.

V. Allein

---

\*) Phosphorsäure bis zur Trockene verdunstet, und dann geschmolzen.

\*\*\*) Ann. de Chim. I, 71.

\*\*\*\*) Ann. de Chim. XIII, 104.

V. Allein mit der Mehrzahl der Metalle verbindet sich das Gold leicht, und bildet mannigfaltige Metallgemische.

VI. Bergmann giebt folgendermaßen die Verwandtschaft des Goldes und seiner Dryden gegen andere Substanzen an:

Gold.	Dryden des Goldes.
Quecksilber.	Salzsäure.
Kupfer.	Salpetersäure.
Silber.	Schwefelsäure.
Blei.	Arseniksäure.
Wismuth.	Flußsäure.
Zinn.	Weinsteinsäure.
Antimonium.	Phosphorsäure.
Eisen.	Blausäure.
Platin.	
Zink.	
Nickel.	
Arsenik.	
Kobalt.	
Magnesium.	

### Zweiter Abschnitt.

#### v o m P l a t i n.

Das Platin ist als ein eigenthümliches Metall erst seit dem Jahre 1752 bekannt \*).

\*) Der Vater Cortinovis hat sich bemühet, zu zeigen, daß dieses Metall das Electrum der Alten sey. Man sehe die Chemis

Geschichte I. Bis jetzt ist dieses Metall nur in Amerika zu des Platins. Choco in Peru, und in den Bergwerken von Santa Fe unweit Carthagenä gefunden worden. Kürz-

---

schen Annalen von Brugatelli vom Jahre 1790. Daß das Electrum der Alten ein sehr kostbares Metall war, wird durch manche Stellen alter Schriftsteller, vorzüglich vom Homer, außer Zweifel gesetzt. Nachstehende Zeilen Claudians sind allein hinreichend, es zu beweisen:

Atria cinxit ebur, trabibus solidatur ahenis  
Culmen et in celsar surgunt *electra* columnas.

Claud. Lib. I. v. 164.

Plinius giebt uns in seiner Naturgeschichte einige Nachricht von diesem Metalle. Er erzählt, daß es eine Zusammensetzung aus Gold und Silber gewesen sey, und daß es bei Kerzenlichte lebhafter gegläntzt habe, als Silber. Die Alten machten Schalen, Statuen und Säulen aus demselben. Wäre das Electrum unser Platin gewesen, so wäre es auffallend, daß keine Spur von einem Metalle, welches sehr häufig gewesen seyn muß, sich unter den aus dem Alterthume auf uns gekommenen Ueberresten vorgefunden hätte.

Da die Stelle im Plinius die vollständigste ist, welche in einem alten Schriftsteller über das Electrum gefunden wird, so will ich seine eigne Worte anführen, damit ein jeder zu beurtheilen im Stande sey, ob diese Beschreibung auf das Platin der Neuern passe.

Omni argento inest aurum vario ponderè. — Ubicumque quinta argenti portio est, *electrum* vocatur. Scrobes eae reperiuntur in Canalinensi. Fit et cura electrum argento addito. Quod si quintam portionem excessit, inducibus non restitit. Et electro auctoritas, Homero teste, qui Menelai regiam auro, electro, argento, ebore fulgere tradit. Minervae templum habet *Lindos* insula Rhodiorum in quo Helena sacra vit calicem ex electro. — Electri natura est ad lucernarum lumina clarius argento splendere. Quod est nativum et venena deprehendit. Namque discurrunt in calcibus arcus coelestibus similes cum igneo stridore et gemina ratione praedictunt. Lib. XXXIII. Cap. IV.

lich soll auch ein Gang desselben im südlichen Amerika entdeckt worden seyn. Die Bergleute jener Gegenden scheinen frühzeitig damit bekant gewesen zu seyn, allein sie verwandten wenig Aufmerksamkeit darauf. In Europa wurde es erst im Jahre 1741 bekant, als Wood etwas davon von Jamaica mitbrachte. Im Jahre 1748 gab Don Antonio de Ulloa ein spanischer Mathematiker, welcher die französischen Gelehrten, die mit der Messung eines Grades des Meridians in Peru beschäftigt waren, bei ihrem Unternehmen begleitet hatte, Nachricht davon. In dem 46sten Bande der philosophischen Transactionen erschienen mehrere Abhandlungen von Dr. Watson über diesen Gegenstand. Diese zogen unmittelbar die Aufmerksamkeit der meisten ausgezeichneten Chemisten auf sich. Im Jahre 1752 machte der in Schweden lebende Chemist Scheffer die erste genaue Untersuchung des Platins bekant. Er zeigte, daß es ein neues Metall sey, das sich in seinen Eigenschaften sehr dem Golde nähere, und nannte es aus diesem Grunde aurum album, weißes Gold. Dr. Lewis machte 1745 eine noch vollständigere Reihe von Versuchen über das Platin bekant \*). Bald darauf wurden hierüber Abhandlungen von Marggraf \*\*), Macquer und Baume \*\*\*), Buffon, Lillet und Morveau †), Sickingen ††), Bergmann †††), und

\*y Phil. Trans. XLVIII, 658. und 148.

\*\*y Mem. de Berlin 1757. pag. 314.

\*\*\* Mem. de Par. 1758. pag. 119.

†) Jour. de Phys. III, 324.

††) Sickingen's Versuche über die Platina. Manheim 1782.

†††) Opusc. III, 106.

neuerlich von Mussin Wuschkin \*) und Morveau \*\*), und mehreren anderen Chemisten von Bedeutung geliefert \*\*\*).

Eigenschaft I. Das reine Platin hat eine silberweiße Farbe, ten. ist aber nicht so glänzend als Silber †). Es hat weder Geruch noch Geschmack.

2. Die Härte desselben ist 8. Das specifische Gewicht beträgt, nachdem es gehämmert worden, 23,000; so daß es unter allen bekannten Naturkörpern das größte specifische Gewicht hat ††).

3. Es läßt sich ausnehmend hämmern und strecken. Man kann es zu sehr dünnen Blättern schlagen, und zu Dräthen ziehen, die nicht mehr als  $\frac{7}{1240}$  Zoll im Durchmesser haben. In diesen Eigenschaften steht es zwar dem Golde nach, scheint aber doch alle übrige Metalle zu übertreffen.

4. Es ist so zähe, daß ein Platindrath, der 3,078 Zoll im Durchmesser hat, 274,31 Pfund zu tragen vermag, ohne zu zerreißen †††).

\*) Ann. de Chim. XXIV, 205.

\*\*) Ann. de Chim. XXV, 3.

\*\*\*). Hierzu muß die Abhandlung von Proust Ann. de Chim. XXXVIII, 146 etc., ferner die Abhandlungen von Fourcroy und Bauquelin Ann. de Chim. Vol. XLIX, 188 etc. gezählt werden.

Anm. d. Uebers.

†) Von dieser Farbe rührt der Name des Metalls her. Plata bedeutet im Spanischen Silber, und Platina Kleinsilber. Bergmann änderte die Benennung Platina in Platinum, damit die lateinischen Namen aller Metalle dieselbe Endigung und Genus hätten. Linné hat sich übrigens lange vor Bergmann der Benennung Platinum bedient.

††) Kirwan's Miner. II, 103.

†††) Morveau Ann. de Chim. XXV, 7.

5. Es gehört zu den strengflüssigsten Metallen, und kann nur dann, wenigstens in gewisser Menge, geschmolzen werden; wenn die größte künstliche Hitze angewendet wird. Macquer und Baumé schmolzen kleine Parthien desselben vermittelst des Löthrohrs, und Lavoisier, indem er sie auf Kohlen einem Strom von Sauerstoffgas aussetzte. Es läßt sich, wenn es mit andern Substanzen verbunden ist, ohne Schwierigkeit schmelzen, dann befindet es sich aber nicht in einem Zustande der Reinheit. Werden Stücke Platin weißglühend gemacht, so lassen sie sich durch Hämmern eben so wie Eisen zusammenschweißen.

6. Luft und Wasser verändern dieses Metall nicht im mindesten.

Oxyden. II. Dieses Metall läßt sich durch die stärkste künstliche Hitze unsrer Ofen nicht mit Sauerstoff verbinden, und in ein Oxyde verwandeln. Zwar läßt sich das Platin in dem Zustande in welchem es aus Amerika zu uns gebracht wird, wie zahlreiche Versuche dargethan haben, bei einem heftigen Feuergrade zum Theil oxydiren; allein unter diesen Umständen ist es nicht rein, sondern mit Eisen verbunden. Er läßt sich übrigens erwarten, daß wenn man es einem hinreichenden Feuergrade aussetzen könnte, es sich eben so wie andre Metalle entzünden und oxydiren würde. Van Marum's Versuche bestätigen diese Vermuthung. Er setzte einen Platindrath der Einwirkung der großen Elektrifirmaschine aus, er brannte mit einer schwachen weißen Flamme, und wurde als eine Art Staub verstreuet, welcher ein Platinoxyde zu seyn schien. Wurde ein Platindrath einer Flamme die durch Entzündung einer Mischung aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas hervorgebracht wurde, ausgesetzt, so fand ich, daß

er mit eben dem Glanze wie ein Eisendrath brannte, und Funken in Menge warf.

Dieses Metall läßt sich in jeder beliebigen Menge dadurch oxydiren, daß man es mit sechzehn Theilen salpetriger Salzsäure kocht. Die Säure löst es auf, und nimmt zuerst eine gelbe, nachmals eine dunkelrothe oder vielmehr braune Farbe an. Wird der Auflösung Kalkwasser zugesetzt, so fällt ein gelbes Pulver zu Boden. Dieses Pulver ist das Oxyde des Platin<sup>o</sup> \*). Die Eigenschaften desselben sind noch nicht mit der erforderlichen Genauigkeit untersucht worden. Es scheint nur eine geringe Menge Sauerstoff zu enthalten, wahrscheinlich nicht mehr als 0,07: dennoch scheint es ein Peroxyde dieses Metalls zu seyn \*\*).

Bei der Einwirkung einer heftigen Hitze entweicht der Sauerstoff, und das Metall wird hergestellt \*\*\*).

Verbindung III. Weder Kohle noch Wasserstoff lassen sich mit dem Platin verbinden; mit Schwefel fand Proust das Metall im rohen Platin vereinigt †), und es läßt sich ohne Schwierigkeit mit Phosphor zusammenschmelzen. Wird eine Unze Platin mit einer Unze Phosphorglas

\*) Nach Chenevix (Philos. Trans. 1803.) enthält das gelbe Platinoryd 13 Procent Sauerstoff. Bei der Reduktion nahm dieses Oxyde eine grüne Farbe an; in diesem Zustande hält Chenevix das Platin für weniger oxydirt, und schätzt die Menge des in demselben enthaltenen Sauerstoffes nicht über sieben Procent. Nach Richter (Ueber die neueren Gegenstände der Chemie. St. X.) enthalten 100 Theile Platinoryd: 80,9 Metall; 19,1 Sauerstoff. Anm. d. Uebers.

\*\*\*) Fourcroy VI, 428.

\*\*\*\*) Macquers Wörterbuch.

†) Ann. de Chim. XXXVIII, 149.

und einer Drachme Kohlenpulver einem Feuergrade ausge-  
 setzt, der 32 Grade nach Wedgwoods Pyrometer beträgt;  
 so erhält man phosphorhaltiges Platin, das mehr  
 als eine Unze wiegt. Ein Theil desselben war, nach Pel-  
 letier's Versuchen, zu einem Korn geschmolzen, ein ande-  
 rer im Ruben krystallisirt; die Oberfläche war mit einem  
 schwärzlichen Glase bedeckt. Es hatte eine silberweiße Farbe,  
 war sehr spröde, und so hart, daß es mit dem Stahle Feuer  
 gab. Bei einem Feuergrade, bei welchem es in Fluß kam,  
 entwich der Phosphor, und verbrannte auf der Oberfläche \*).

Pelletier fand gleichfalls, daß wenn er Phosphor  
 auf rothglühendes Platin warf, das Metall augenblicklich in  
 Fluß kam, und phosphorhaltiges Platin gebildet wurde. Da  
 der Phosphor in der Hitze entweicht, so schlug er dieses als  
 ein leichtes Reinigungsmittel für das Platin vor \*\*).

IV. Das Platin verbindet sich unsern bisherigen Er-  
 fahrungen zufolge nicht mit den einfachen brennbaren Körpern.

Metallge- V. Mit den meisten Metallen läßt es sich zu-  
 mische sammenschmelzen, und stellt Metallgemische dar.  
 mit Gold.

Setzt man Gold und Platin einer heftigen Hi-  
 tze aus, so verbinden sie sich, und bilden ein aus Platin und  
 Gold bestehendes Metallgemische. Macht das Platin den  
 siebzehnten Theil des Goldes aus, so ist die Farbe des Ge-  
 misches weit blässer als die des Goldes; beträgt es weniger,  
 so ist die Farbe des Goldes nicht merklich verändert, auch die  
 Streckbarkeit desselben ist nicht verschieden. Das Platin läßt  
 sich mit einer beträchtlichen Menge Gold zusammenschmelzen,

\*) Ann. de Chem. I, 71.

\*\*) Ibid. XIII, 105.

ohne daß eine merkliche Aenderung der Farbe wahrzunehmen ist. Ein Gemisch aus einem Theile Platin und vier Theilen Gold ist dem äußern Anschein nach schwer von dem reinen Platin zu unterscheiden. Nur erst dann, wenn die Menge des Goldes  $\frac{2}{3}$  des Ganzen beträgt, wird die Farbe desselben vorwaltend.

Satchet, der die Metallgemische des Goldes mit 13 verschiedenen Metallen untersucht hat, fand, daß sich ein Theil Platin mit 14 Theilen Gold leicht verband, und ein Metallgemisch von gelblich weißer Farbe gab, das angelautenem Silber ähnelte, und ausnehmend dehnbar war. Das spezifische Gewicht desselben war 19,013. Es war ziemlich elastisch. In Rücksicht der Dehnbarkeit, stand es nur dem mit Silber und Kupfer versetzten Golde nach.

VI. Bis jetzt kennt man weder die Wahlanziehungen des Platins noch seines Dryde.

Könnte man dieses Metall für einen wohlfeilen Preis erhalten, so würde man sich desselben mit sehr großem Vortheile, zur Verfertigung von Gefäßen bedienen können, indem nur sehr wenige Substanzen darauf wirken, sie dem Zerbrechen nicht ausgesetzt wären, und der größten Hitze ausgesetzt werden könnten. Auch würde man damit statt des Silbers kupferne und eiserne Geräthschaften überziehen können.

## Dritter Abschnitt.

## V O N S I L B E R.

I. Das Silber scheint eben so früh als das Gold bekannt gewesen zu seyn.

Eigenschaft 1. Es ist ein Metall von schön weißer Farbe, das weder Geruch noch Geschmack hat. In Rücksicht des Glanzes stehet es keinem andern Metalle, polirten Stahl ausgenommen, nach.

2. Seine Härte ist 7. Wird es geschmolzen, so beträgt sein specifisches Gewicht 10,478; gehämmert 10,609.

3. In Rücksicht der Streckbarkeit weicht es unter den Metallen nur dem Golde, und vielleicht dem Platin. Es läßt sich zu Blättchen schlagen die nur  $\frac{1}{100000}$  Zoll dick sind. Seine Dehnbarkeit ist gleichfalls merkwürdig, es läßt sich zu Drath der feiner als ein Menschenhaar ist, ausziehen; zu so feinem Drathe, daß 400 Fuß davon nur einen Gran wiegen.

4. Es ist so zähe, daß ein Silberdrath von 0,978 Zoll im Durchmesser ohne zu zerreißen ein Gewicht von 187,13 Pfunden trägt \*).

5. Das Silber schmilzt beim Rothglühen, im Fluß ist sein Glanz ungleich stärker. Nach der Berechnung von Bergmann und Ortmer beträgt die Temperatur, bei der das Silber anfängt zu schmelzen, 1000° Fahr. Es bleibt bei einer Temperatur von 28 nach Wedgwoods Pyrometer, im Fluß, erfordert aber eine größere Hitze um in Fluß zu kom-

\*) Ann. de Chem. XXV, 9.

men \*). Wird die Temperatur nachdem das Silber geschmolzen ist, vermehrt, so kocht das flüssige Metall und wird verflüchtigt; hierzu ist aber eine sehr starke und anhaltende Hitze erforderlich.

Beim langsamen Erkalten nimmt die Oberfläche des Silbers ein krystallinisches Gefüge an; wird der flüssige Theil sobald als die Oberfläche gestehet, ausgegossen, so kann man das Silber in beträchtlich großen Krystallen erhalten. Durch dieses Verfahren erhielten es Lillet und Mongez der jüngere sowohl in einzelnen, als zusammengehäuften vierseitigen Pyramiden.

Dryden. II. Das Silber wird durch die Einwirkung der Luft nicht oxydirt, es verliert zwar allmählich seinen Glanz, läuft an, allein dieses rührt von einer andern Ursache her. Auch wenn es unter Wasser aufbewahrt wird, wird es nicht verändert. Wird es aber längere Zeit in einem offenen Gefäße im Fluß erhalten, so zieht es allmählich den Sauerstoff aus der Athmosphäre an, und wird oxydirt. Dieser Versuch wurde zuerst von Junker angestellt, der ein Quantum Silber in ein glasförmiges Dryde verwandelte; in der Folge bestätigten Macquer und Darcet diese Versuche. Macquer erhielt dadurch, daß er zwanzigmal nach einander Silber dem Feuer des Porcellanofens aussetzte, ein Glas \*\*) von olivengrüner Farbe \*\*\*). Ja wenn die Hitze stark genug ist, so entzündet sich das Silber, und brennt gleich einem

\*) Kirwan's Mineral. II, 107.

\*\*) Metallische Dryden werden nach dem Schmelzen Gläser genannt, weil sie in mehreren Eigenschaften Aehnlichkeit mit dem Glase zeigen.

\*\*\*) Macquers Chem. Wörterbuch. B. VI. 581.

andern brennbaren Körper. Van Marum ließ Funken aus seiner großen Elektrifirmaschine durch einen Silberdrath hindurchgehen; der Drath brannte mit einer grünlich weißen Flamme, und wurde als Rauch verstreut. Mit Hülfe eines entzündeten Stromes aus Sauerstoffgase und Wasserstoffgase brennt es lebhaft mit hellgrüner Flamme.

Das Silberoxyde, welches vermittelst der Hitze erhalten wird, hat eine grünliche oder gelbgrünliche Farbe, und läßt sich leicht, wenn es in verschlossenen Gefäßen der Einwirkung der Hitze, selbst der des Lichtes, ausgesetzt wird, zersetzen. Wird Silber in Salpetersäure aufgelöst, und die Auflösung durch Kaltwasser gefällt, so fällt es als ein dunkles, grünlich braunes Pulver zu Boden. Aus den Versuchen von Wenzel und Bergmann geht hervor, daß dieses gelbgrünliche Oxyde aus ungefähr 90 Theilen Silber und 10 Theilen Sauerstoff besteht \*). Wird dieses Oxyde der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt, so wird, wie Scheele zuerst gezeigt hat, ein Theil des Sauerstoffs abgeschieden, und das Oxyde in ein schwarzes Pulver verwandelt, das nur eine geringe Menge Sauerstoff enthält, und als reducirtes Silber angesehen werden kann. Wird die Auflösung des Silbers in Salpetersäure dem Sonnenschein ausgesetzt, so fällt das Silber als ein flohfarbenes Pulver zu Boden.

Verbindung mit brennbaren Stoffen. III. Weder Kohle noch Wasserstoff lassen sich mit dem Silber verbinden, allein mit Schwefel und Phosphor geht, dasselbe leicht eine Vereinigung ein.

\*) Kirwan's Mineralogy. II, 493.

mit Schwefel. 1. Legt man abwechselnd in einem Schmelztiegel Schichten dünner Silberplatten und Schwefel auf einander, so schmelzen sie in einer schwachen Rothglühhitze zusammen, und bilden schwefelhaltiges Silber. Es hat eine schwarze, oder sehr dunkel violette Farbe, ist spröde, läßt sich aber mit dem Messer schneiden. Oft krystallisirt es in dünnen Nadeln, und ist ungleich schmelzbarer als Silber. Wird eine hinreichende Hitze angewandt, so wird der Schwefel langsam verflüchtigt, und das Metall bleibt rein zurück. Das Verhältniß der Bestandtheile in dieser Zusammensetzung läßt sich schwer bestimmen, denn es findet eine Verwandtschaft zwischen dem Silber und schwefelhaltigen Silber statt. Die größte Menge Schwefel mit der sich eine gegebene Menge Silber verbinden kann, beträgt nach Wenzel  $\frac{7}{100}$ .

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß wenn Silber lange Zeit der Luft, vorzüglich an solchen Orten, die häufig von Menschen besucht werden, als Kirchen, Schauspielhäuser &c. ausgesetzt wird, es sich mit einer Rinde von violetter Farbe überzieht, wodurch es von seinem Glanze und von seiner Streckbarkeit verliert. Dieser Ueberzug, welcher eine sehr dünne Lage bildet, kann nur dadurch von dem Silber getrennt werden, daß man es biegt, oder mit einem Hammer in Stücken schlägt. Es ist von Proust untersucht worden, dieser fand, daß es schwefelhaltiges Silber sey.

mit Phosphor. 2. Pelletier war der erste, welcher eine Verbindung zwischen Silber und Phosphor bewirkte. Schmilzt man gleiche Theile Silber und Phosphorglas mit dem achten Theil Kohlenpulver in einem Schmelztiegel, so erhält man phosphorhaltiges Silber. Es hat eine

weiße Farbe, und ein körniges oder vielmehr krystallinisches Gefüge. Es zerspringt unter dem Hammer, läßt sich aber mit dem Messer schneiden. Die Bestandtheile dieser Zusammensetzung sind vier Theile Silber gegen einen Theil Phosphor, die Hitze zersetzt dieselbe, und scheidet den Phosphor ab \*). Noch hat Pelletier \*\*) bemerkt, daß das im Fluß stehende Silber sich mit einer größern Menge Phosphor verbindet, als das letzte; denn wenn man das phosphorhaltige Silber auf die Art bereitet, daß man Phosphor auf schmelzendes Silber wirft, so bemerkt man, nachdem der Schmelztiegel vom Feuer genommen worden, daß, so wie das Metall anfängt fest zu werden, sich ein Theil des Phosphors absondert \*\*\*).

IV. Mit den einfachen unverbrennlichen Substanzen geht das Silber keine Verbindung ein.

Metallge- V. Mit den reinsten Metallen läßt sich das Sil-  
mische. ber leicht zusammenschmelzen.

Silber und I. Werden Silber und Gold im Fluß erhalten,  
Gold. so verbinden sie sich, und liefern nach Homberg's Bemerkung ein Metallgemisch, das aus einem Theile Silber und fünf Theilen Gold bestehet. Dieser Chemist hielt gleiche Theile Gold und Silber eine Viertelstunde lang in gelindem Fluß, und fand beim Zerbrechen des Schmelztiegels zwei Massen, von diesen bestand die obere aus reinem Silber, die untere aus Gold, das mit  $\frac{1}{5}$  Silber verbunden war. Silber und Gold lassen sich übrigens in allen Verhältnissen zu-

\*) Ann. der Chem. I, 142.

\*\*) Pelletier Ann. de Chim. I, 73.

\*\*\*) Ibid. XIII, 110.

sammenschmelzen, und wenn man die nöthige Vorsicht anwendet, so bleiben auch beide Metalle mit einander vereinigt.

Die Verbindung aus Gold und Silber ist härter und hat mehr Klang als das reine Gold. Die Härte der Mischung ist am größten, wenn zwei Theile Gold gegen einen Theil Silber genommen werden \*). Die Dichtigkeit der Metalle wird dadurch nur wenig vermehrt \*\*), allein die Farbe des Goldes wird beträchtlich verändert, wenn auch die Menge des Silbers nur gering ist. Ein Theil Silber macht zwanzig Theile Gold beträchtlich weißer. Die Farbe ist nicht allein blässer, sondern hat auch einen merklichen Stich ins Grüne, gleich als ob das vom Silber zurückgeworfene Licht, durch eine sehr dünne Lage von Gold hindurchgehen müßte. Da diese Mischung schmelzbarer als Gold ist, so bedient man sich derselben, um Stücke dieses Metalls zusammenzulöthen.

Ha t c h e t schmolz 14 Theile Gold mit einem Theile Silber zusammen, und erhielt ein Metallgemisch, das in Rücksicht der Streckbarkeit sich nur wenig vom Golde unterschied.

Silber und Platin. 2. Werden Silber und Platin zusammen geschmolzen, so ist hierzu ein sehr starker Feuergrad erforderlich. Die hieraus entstehende Mischung ist nicht so streckbar als Silber, allein härter und weniger weiß. Beide Metalle lassen sich dadurch trennen, daß man sie einige Zeit im Fluß erhält, wo das Platin wegen seines größern specifischen Gewichtes zu Boden sinkt. Dieser Umstand sollte auf die Vermuthung führen, daß zwischen diesen beiden Metallen nur eine geringe Verwandtschaft statt findet.

\*) Muschenbroëk.

\*\*) Gellert.

Verwandtschaften. VI. Bergmann bestimmt die Verwandtschaft des metallischen Silbers und seiner Dryden folgendermaßen:

Silber.	Dryden des Silbers.
Blei.	Salzsäure.
Kupfer.	Kleesäure.
Quecksilber.	Schwefelsäure.
Wismuth.	Milchzuckersäure.
Zinn.	Phosphorsäure.
Gold.	Schweflichte Säure.
Antimonium.	Salpetersäure.
Eisen.	Arseniksäure.
Magnesium.	Flußsäure.
Zink.	Weinsteinsäure.
Arsenik.	Zitronensäure.
Nickel.	Milchsäure.
Platin.	Essigsäure.
Schwefel.	Bernsteinsäure.
Phosphor.	Blausäure.
	Kohlensäure.

#### Vierter Abschnitt.

#### V o m Q u e c k s i l b e r.

I. Quecksilber, das auch den Namen Mercurius führt, ist seit den entferntesten Zeiten bekannt, und es scheint, daß die Alten eben so wie die Neuen sich desselben zum Vergolden und zur Abscheidung des Goldes von andern Körpern bedient haben.

Eigenschaft I. Es hat eine weiße der des Silbers ähnliche  
 ten. Farbe, daher die Nahmen: Hydrargyrum, Ar-  
 gentum vivum, Quecksilber, die ihm von den ältesten  
 Zeiten her ertheilt worden sind. Es hat weder Geruch noch  
 Geschmack, besitzt einen lebhaften Glanz, und giebt, wenn  
 die Oberfläche desselben nicht angelauten ist, einen guten  
 Spiegel ab.

2. Sein spezifisches Gewicht beträgt 13,568 \*).

3. Bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre  
 befindet es sich stets in einem flüssigen Zustande. Diese Eigen-  
 schaft unterscheidet es von allen übrigen Metallen.  
 Gefrieren desselben. Wird es einer beträchtlichen Kälte ausgesetzt, so  
 wird es fest. Die Temperatur bei welcher das Festwerden  
 des Quecksilbers erfolgt, ist wie durch die Versuche von Mac-  
 nab in der Hudson's Bay dargethan worden, die Tempe-  
 ratur von  $-39^{\circ}$ . Das Gefrieren des Quecksilbers ist von  
 den Petersburger Akademisten zufällig im Jahre 1759 ent-  
 deckt worden. Bei einem sehr heftigen Froste tauchten sie  
 ein Thermometer in eine Mischung von Schnee und Salz,  
 um die dadurch hervorgebrachte Temperatur zu bestimmen.  
 Da sie fanden, daß das Quecksilber im Thermometer, selbst  
 nachdem dieses aus der Mischung herausgenommen worden  
 war, unbeweglich blieb, so zerbrachen sie die Kugel des  
 Thermometers, und fanden das Quecksilber in eine feste Masse  
 verwandelt. Seit dieser Zeit ist dieser Versuch in allen Län-  
 dern oft wiederholt worden \*\*). Das Quecksilber zieht sich  
 im

\*) Cavendish und Brisson.

\*\*\*) Die Art, wie dieser Versuch angestellt werden muß, wird  
 in der zweiten Abtheilung des ersten Theils dieses Werkes beschrie-  
 ben werden.

im Augenblicke des Gefrierens beträchtlich zusammen, ein Umstand welcher die Naturforscher, die sich mit diesem Versuche beschäftigten, zu Irrthümern verleitete. Das Quecksilber sank, ehe es froh, in ihren Thermometern so tief herab, daß sie die Temperatur bei welcher das Gefrieren erfolgt, weit niedriger ansetzten, als sie wirklich war. Durch die von Cavendish ausgemittelten Grundsätze, wurde Macnab in Stand gesetzt, den eigentlichen Gefrierpunkt dieses Metalls zu bestimmen.

4. Das feste Quecksilber läßt sich hämmern und strecken ohne zu zerbrechen. Es ist mithin streckbar, doch hat es bis jetzt noch nicht gelingen wollen, den Grad der Dehnbarkeit, Streckbarkeit und Zähigkeit dieses Metalls zu bestimmen.

Siedpunkt  
des Queck-  
silbers. 5. Bei einer Temperatur von  $660^{\circ}$  kocht das Quecksilber. Man kann es mithin gänzlich verdunsten, oder aus einem Gefäß in das andere destilliren. Durch die Destillation läßt sich das Quecksilber von mehreren andern metallischen Körpern, mit denen es oft verunreiniget ist, trennen. Der Dampf des Quecksilbers ist unsichtbar und elastisch, wie die atmosphärische Luft; so wie bei dieser wird die Elasticität durch Hitze über alle Grenzen vermehrt, so daß es die stärksten Gefäße zu zerbrechen vermögend ist. Geoffroy schloß auf die Bitte eines Chemisten eine Partie desselben in eine eiserne Kugel ein, die zu stärkerer Befestigung mit eisernen Reifen versehen war, und legte diesen Apparat in einen Ofen. Bald nachher, nachdem die Kugel rothglühend wurde, zersprang sie mit der Gewalt einer Bombe, und alles Quecksilber wurde verstreut \*).

\*) Macquer's Chem. Wörterbuch. B. V. S. 10.

Dryden. II. Das Quecksilber wird dadurch, daß man es unter Wasser aufbewahrt, nicht verändert. In der Luft läuft seine Oberfläche allmählich an, und bedeckt sich mit einem schwarzen Pulver, das von der Verbindung des Metalls mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre herrührt. Diese Veränderung erfolgt sehr langsam, es sey denn, daß das Metall erwärmt, oder in einer geräumigen gläsernen Flasche geschüttelt wird. Durch jede der angegebenen Verfahrensarten wird das Metall in ein Dryde verwandelt. Die letzte liefert ein schwarzes, die erste ein rothgefärbtes Dryde. Dieses Metall scheint nicht des Verbrennens fähig zu seyn; wenigstens hat mir von allen bisher versuchten Methoden keine gelingen wollen, und es ist, wosfern nicht andre Erfahrungen das Gegentheil lehren, das einzige Metall, welches in dieser Rücksicht eine Ausnahme macht.

Bis jetzt kennt man vier verschiedene Dryden des Quecksilbers.

Protodyde. I. Boerhave war der erste, welcher das Peroxyde des Quecksilbers mit Genauigkeit beschrieben hat. Er bereitete es, indem er eine kleine Menge Quecksilber in einer Flasche an einem Mühlenrade befestigte. Durch die ununterbrochene Bewegung, welcher es unter diesen Umständen ausgesetzt war, wurde es in ein schwarzes Pulver verwandelt, das er *Aethiops perse* nannte. Dieses Dryde läßt sich in kurzer Zeit bereiten, wenn man Quecksilber in einer Flasche schüttelt. Fourcroy's Versuchen zufolge bestehet dieses Dryde im Hundert aus 96 Theilen Metall und 4 Theilen Sauerstoff \*). Wird dieses Dryde einer sehr erhöhten Tem-

---

\*) Journ. de Mines An X, p. 238.

peratur ausgesetzt, so entweicht der Sauerstoff, und das Quecksilber wird wieder hergestellt. Bei einer mäßigen Hitze verbindet es sich mit einem neuen Antheile Sauerstoff, und nimmt eine rothe Farbe an.

Bermeintlis  
des Deuts  
oxyde. 2. Wird Quecksilber in Salpetersäure ohne Mitwirkung der Hitze aufgelöst, und die Säure ganz mit dem Metalle gesättigt, so verbindet es sich, wie *Ehenezvix* durch Versuche gezeigt hat, mit 10,7 Procent Sauerstoff. Mithin bestehet dieses Oxyde aus 89,3 Quecksilber und 10,7 Sauerstoff \*). Dieses ist das *Deutoxyde* des Quecksilbers. Man kann von diesem Oxyde nicht alle Säure abscheiden, ohne daß es zu gleicher Zeit in seiner Grundmischung verändert wird; aus diesem Grunde kennt man weder seine eigentliche Farbe noch Eigenschaften. Wahrscheinlich unterscheidet es sich nicht von dem eben beschriebenen Oxyde, dem *Protoxyde* des Quecksilbers; doch ist dieses noch auf keine befriedigende Art dargethan worden.

rothes  
Oxyde. 3. Wird Quecksilber oder das *Protoxyde* des selben, einer Temperatur von  $600^{\circ}$  ausgesetzt, so verbindet es sich mit einem größern Antheile Sauerstoff, nimmt eine rothe Farbe an, und wird in ein Oxyde verwandelt, das wir bei dem jetzigen Zustande unsrer Wissenschaft für ein *Trioxycide* halten müssen. Dieses Oxyde läßt sich auf einem doppelten Wege bereiten: 1) Man schüttet eine geringe Menge Quecksilber in einen mit einem flachen Boden versehenen Kolben, dessen Hals in eine sehr dünne Röhre ausgezogen worden, stellt den Kolben in ein Sandbad, und erhält das Quecksilber stets im Sieden. Die Höhe des Kol-

\*) Phil. Trans. 1802.

bens und die enge Oeffnung desselben verhindern, daß das Quecksilber nicht entweicht, während die atmosphärische Luft Zutritt behält. Die Oberfläche des Quecksilbers wird, indem es sich mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre verbindet, nach und nach schwarz, und hierauf roth; und nach Verlauf von einigen Monaten ist das Ganze in ein rothes Pulver, oder vielmehr in sehr kleine Krystalle von dunkelrother Farbe verwandelt worden. Das auf diese Art erhaltene Dryde wurde sonst *Mercurius praecipitatus per se* genannt; 2) Wird Quecksilber in Salpetersäure aufgelöst, zur Trockene verdunstet, und hierauf in einer porcellaneuen Schaal eine ziemlich starken Hitze ausgesetzt, so nimmt es, wenn es gerieben wird, eine glänzend rothe Farbe an. Das auf diesem Wege erhaltene Pulver wurde sonst rother Präcipitat genannt, und besitzt genau dieselben Eigenschaften, wie das durch das im Vorgehenden beschriebene Verfahren erhaltene Dryde.

Dieses Dryde hat einen scharfen unangenehmen Geschmack, giftige Eigenschaften, und wirkt, wenn es auf irgend einen Theil der Haut gebracht wird, wie ein Aetzmittel. Es ist in sehr geringer Menge im Wasser auflöslich. Wird es mit Quecksilber zusammengerieben, so läßt es einen Theil seines Sauerstoffes fahren, und die ganze Mischung wird in Protodyde oder schwarzes Dryde des Quecksilbers verwandelt. Erhitzt man es mit Zink oder Zinnseile, so entzündet es diese Metalle. Nach *Fourcroy* besteht es aus 92 Theilen Quecksilber und 8 Theilen Sauerstoff \*). Der Analyse von *Chenevix* zufolge, die besser unten beschrieben werden soll, ent-

\*) *Journ. de Mines* An X, p. 283.

halten hundert Theile von diesem Dryde, 85 Quecksilber; 15 Sauerstoff.

Wäre dieß hier ein schicklicher Ort, so könnte ich mehrere Versuche anführen, aus denen hervorgeht, daß der auf dem gewöhnlichen Wege bereitete Präcipitat, nicht rein ist, sondern stets einen Antheil Salpetersäure enthält. Löst man denselben in Salzsäure auf, und schlägt ihn aus der Auflösung nieder, so fällt er als ein weißes Pulver zu Boden, das mit einem Theil Salzsäure verbunden ist. In diesem Zustande ist er von *Chenevix* untersucht worden. Die Schwierigkeit die man hat, sich dieses Dryde in einem reinen Zustande zu verschaffen, und die Ungewißheit über die Menge Säure, welche mit demselben verbunden ist, machen es einigermaßen begreiflich, wie die Chemisten bei ihrem Bestreben die Bestandtheile dieses Dryde zu bestimmen, so verschiedene Resultate erhalten konnten.

Verornde. 4. *Fourcroy* hat die Bemerkung gemacht, daß wenn man oxydirte Salzsäure durch rothes Quecksilberoxyde hindurchgehen läßt, sich dieses mit einem neuen Antheile Sauerstoff verbindet, und in ein Peroxyde verwandelt wird; da sich aber dieses Peroxyde nicht in einem isolirten Zustande darstellen läßt, so kennt man die Eigenschaften desselben nicht.

Verbindung mit brennbaren Stoffen. III. Das Quecksilber verbindet sich weder mit der Kohle, noch mit dem Wasserstoff; allein es geht leicht eine Vereinigung mit dem Schwefel und Phosphor ein.

Mit Schwefel. I. Reibt man zwei Theile Schwefel und einen Theil Quecksilber in einem Mörfel zusammen, so verschwindet, das Quecksilber allmählich, und das Ganze wird in ein

schwarzes Pulver verwandelt, das sonst mineralischer Aethiops genannt wurde. Es ist kaum möglich durch das angegebene Verfahren eine so innige Verbindung zwischen dem Quecksilber und Schwefel zu bewirken, daß man nicht mit Hilfe des Mikroskops kleine Quecksilberkügelchen sollte entdecken können. Wird Quecksilber nach und nach in eine gleiche Menge (dem Gewichte nach) schmelzenden Schwefels eingetragen, und die Mischung unablässig gerührt, so wird dieselbe Zusammensetzung erhalten.

Fourcroy behauptet, daß sich das Quecksilber in dieser Verbindung im Zustande des schwarzen Dryde befinde, und daß das Metall die hierzu erforderliche Menge Sauerstoff während seiner Vereinigung mit dem Schwefel aus der Atmosphäre absorbire \*). Allein die neueren Versuche von Proust haben gezeigt, daß dieses nicht der Fall sey \*\*). Berthollet macht es wahrscheinlich, daß der mineralische Moth schwefelhaltiges Wasserstoffgas enthält. Dem zufolge müßte man ihn als eine dreifache, aus Quecksilber, Schwefel und schwefelhaltigem Wasserstoffe bestehende Verbindung betrachten. Man nennt dergleichen Verbindungen jetzt schwefelwasserstoffhaltige. Der mineralische Moth ist demnach schwefelwasserstoffhaltiges Quecksilber.

Wird diese Substanz erhitzt, so wird ein Theil des Schwefels verflüchtigt, und die Zusammensetzung nimmt eine violette Farbe an.

Zinnober. 2. Erhitzt man diese Zusammensetzung bis zum

\*) Fourcroy V, 298.

\*\*\*) Journ. de Phys. LIII, 92.

Rothglühen, so sublimirt sie sich: nimmt man diesen Versuch in einem schicklichen Apparate vor, so erhält man einen Kuchen von schön rother Farbe. Diesen Kuchen nannte man sonst Zinnober, und wenn er zu einem feinen Pulver zerrieben worden, so führt er im Handel den Nahmen Vermilion \*). Bisher hielt man den Zinnober für eine Verbindung aus Quecksilberoxyde und Schwefel, allein durch die Versuche von Proust ist es erwiesen, daß sich das Quecksilber in dieser Zusammensetzung im metallischen Zustande befindet. Nach diesem Chemisten bestehen 100 Theile Zinnober aus 83 Quecksilber und 15 Schwefel \*\*); er ist mithin schwefelhaltiges Quecksilber.

Das schwefelhaltige Quecksilber hat eine scharlachrothe Farbe, die nach der Art wie es bereitet worden, mehr oder weniger schön ist. Sein specifisches Gewicht ist ungefähr 10. Es hat keinen Geschmack, ist unauslösllich in Wasser und Salzsäure, und wird an der Luft nicht verändert. Wird es genugsam erhitzt, so fängt es Feuer und brennt mit einer blauen Flamme. Vermischt man es mit der Hälfte Eisenfeile dem Gewicht nach, und destillirt man die Mischung aus einer irdenen Retorte, so verbindet sich der Schwefel mit dem Eisen, und das Quecksilber geht in die Vorlage die Wasser enthalten muß, über \*\*\*). Durch dieses Verfahren kann

---

\*) Das Wort Vermilion kommt von dem französischen vermeil her, das von vermiculus oder vermiculum abgeleitet ist, mit welchem Nahmen im Mittelalter der Kermes oder Coccus iliois, der als eine rothe Farbe bekannt ist, belegt wurde. Vermilion bezeichnete ursprünglich die rothe Farbe des Kermes. Beckmanns Geschichte der Erfindungen. II, 180.

\*\*\*) Journ. de Phys. LIII, 92.

\*\*\*) Auch wunn man den Zinnober mit einer Mischung aus

man das Quecksilber sehr rein darstellen. Die Anwendung des Zinnober's als Mahlerfarbe ist bekannt.

Man kann den Zinnober auch noch auf verschiedene andre Arten bereiten. Eine der einfachsten ist die von Kirchof bekannt gemachte. Reibt man 300 Gran Quecksilber und 68 Gran Schwefel, nachdem sie mit einigen Tropfen einer Kalialösung angefeuchtet worden, einige Zeit mit einem gläsernen Reiber in einer porcellanenen Schale, so wird die Mischung in mineralischen Mohr verwandelt. Diesen übergießt man mit 160 Gran Kali die in einer gleichen Menge Wasser aufgelöst worden. Die Mischung wird unter beständigem Reiben über einer Lampe erwärmt, und so wie die Flüssigkeit verdunstet, setzt man von Zeit zu Zeit Wasser zu, damit das Dryde stets einen Zoll hoch mit der Flüssigkeit bedeckt sey. Das Reiben muß ungefähr zwei Stunden fortgesetzt werden, nach Verlauf dieser Zeit verwandelt sich die schwarze Farbe der Mischung in eine braune, welches gewöhnlich erfolgt, wenn ein großer Theil der Flüssigkeit verdunstet ist, dann gehet sie schnell in die rothe Farbe über, Jetzt wird kein Wasser ferner zugeschüttet, allein es wird mit dem Reiben ohne Unterbrechung fortgefahen. Hat die Masse die Konsistenz einer Gallerte, so wird die rothe Farbe mit einer außerordentlichen Geschwindigkeit immer glänzender. In dem Augenblicke in welchen die Farbe ihre größte Schönheit erreicht hat, nimmt man die Mischung vom Feuer, weil sonst die Farbe in eine schmutzig braune übergehen würde. Der Graf Moussin Puschkin hat die Bemerkung gemacht,

---

acht Theilen Salzsäure und einem Theile Salpetersäure übergießt, wird derselbe zersetzt: die Säure löst das Quecksilber auf, und der Schwefel bleibt zurück. Ann. d. Uebers.

daß man verhindern könne, daß die Mischung die braune Farbe annehme, wenn man sie in dem Augenblicke in welchem sich die rothe Farbe zeigt, vom Feuer nimmt, und sie zwei bis drei Tage einer gelinden Wärme aussetzt, einige Tropfen Wasser zutropfelt, und sie von Zeit zu Zeit umrührt. Während dieser Zeit, gewinnt die rothe Farbe immer mehr an Schönheit, und wird zuletzt vortreflich. Setzt man dieses schwefelhaltige Quecksilber einer starken Hitze aus, so wird es augenblicklich braun, und geht ins dunkel violette über; nimmt man es vom Feuer so wird es augenblicklich schön karminroth.

<sup>Phosphor</sup>  
<sup>bestand</sup>  
Quecksilber. 3. Nachdem Pelletier mehrere fruchtlose Versuche gemacht hatte, den Phosphor mit dem Quecksilber zu verbinden, so gelang es ihm, indem er eine Mischung aus rothem Quecksilberoxyde und Phosphor destillirte. Ein Theil des Phosphors vereinigte sich mit dem Sauerstoffe des Oxyde, und verwandelte sich in eine Säure, der Ueberrest mit dem Quecksilber. Er machte die Bemerkung, daß das Quecksilber ehe es sich mit dem Phosphor verband, in ein schwarzes Pulver verwandelt wurde. Bei Wiederholung dieses Versuches fand ich, daß wenn ich Phosphor in einer mit Wasserstoffgas angefüllten Retorte (um das Verbrennen des Phosphors zu verhindern) mit dem schwarzen Oxyde des Quecksilbers schmolz, sich leicht eine Verbindung zwischen beiden bewerkstelligen ließ. Da es Pelletier nicht gelingen wollte, metallisches Quecksilber mit Phosphor zu vereinigen, so muß man annehmen, daß die Verbindung des Phosphors nicht mit metallischem Quecksilber, sondern mit dem schwarzen Oxyde desselben erfolge. Die Zusammensetzung ist dem-

nach nicht phosphorhaltiges Quecksilber, sondern phosphorhaltiges schwarzes Quecksilberoxyde.

Es hat eine schwarze Farbe, eine ziemlich feste Konsistenz, und läßt sich mit einem Messer schneiden. Setzt man es der Luft aus, so stößt es Dämpfe des Phosphors aus \*).

IV. Das Quecksilber verbindet sich nicht mit den einfachen unverbrennlichen Körpern.

Amalgam. V. Mit den meisten Metallen geht das Quecksilber eine Verbindung ein. Diese Verbindungen sind in der Chemie unter dem Nahmen der *Amalgame* bekannt \*\*).

Quecksilber und Gold. I. Das Amalgam des Goldes läßt sich leicht darstellen, weil eine sehr starke Verwandtschaft zwischen diesen beiden Metallen statt findet. Taucht man ein Stückchen Gold in Quecksilber, so wird die Oberfläche desselben, indem es sich mit dem letzteren Metalle verbindet, so weiß wie Silber. Das leichteste Verfahren, dieses Amalgam zu bereiten, ist dieses, daß man rothglühendes Gold in Stückchen in das Quecksilber wirft. Das Verhältniß der Bestandtheile läßt sich nicht bestimmen, indem das Amalgam sowohl Verwandtschaft zum Golde, als Quecksilber hat; aus diesem Grunde verbinden sie sich in jedem Verhältnisse mit einander. Dieses Amalgam hat eine weiße Farbe mit einem Stich ins Gelbe; und wenn man es aus sechs Theilen Quecksilber und einem Theile Golde bereitet, so erhält man es in vierseitigen Prismen krystallisirt. Es schmilzt bei mäßiger Hitze; und wenn diese einen gewissen Grad erreicht, so verdunstet das Quecksilber, und das Gold bleibt rein zurück. Man bedient

\*) Ann. de Chim. XIII, 122.

\*\*) Gellerts metallurg. Chemie. Th. I. S. 132.

sich des Amalgams des Goldes vorzüglich zum Vergolden. Das Amalgam, welches aus zehn Theilen Quecksilber und einem Theile Golde bestehet, wird auf dem zu vergoldenden Metalle ausgebreitet; dann wird durch Anwendung einer gleichförmigen und gelinden Hitze, das Quecksilber versflüchtigt, worauf das Gold mit der Oberfläche des Metalls verbunden zurückbleibt: die vergoldete Fläche wird alsdann mit einer dräthernen Bürste unter Wasser gerieben und hierauf polirt \*).

2. Dr. Lewis versuchte ein Amalgam des Platins zu bilden, allein er kam nach Verlauf von mehreren Wochen kaum damit zu Stande. Guyton Morveau erreichte diesen Zweck mit Hülfe der Wärme. Er befestigte einen kleinen Zylinder aus Platin auf den Boden eines schmalen gläsernen Gefäßes, und überdeckte ihn mit Quecksilber. Das Gefäß wurde hierauf in ein Sandbad gestellt, und das Quecksilber ununterbrochen im Kochen erhalten. Das Quecksilber verband sich allmählich mit dem Platin, das Gewicht des Zylinders nahm um das Doppelte zu, und er wurde brüchig. Wurde das Platin stark erhitzt, so verdunstete das Quecksilber, und das Platin blieb zum Theil oxydirt zurück. Es ist merkwürdig, daß das Platin, ungeachtet seines größeren specifischen Gewichts, stets auf der Oberfläche des Quecksilbers schwamm, so daß Morveau \*\*) sich genöthigt sah, es auf dem Boden des Gefäßes zu befestigen.

\*) Gellerts metallurgische Chemie. S. 375.

\*\*) Ann. de Chim. XXV, 12. Dieses rührte wahrscheinlich von der starken Cohäsion her, welche zwischen den Theilchen des Quecksilbers statt findet. Legt man ein großes Stück Platin auf die Oberfläche des Quecksilbers, so sinkt es wegen seines großen specifischen Gewichts zu Boden; allein ein kleines Stückchen

3. Das Amalgam des Silbers wird auf eben die Art wie das des Goldes und mit derselben Leichtigkeit verfertigt. Es bildet dendritische Krystalle, welche der Beobachtung der Dijoner Akademisten zufolge aus acht Theilen Quecksilber gegen einen Theil Silber bestehen. Es hat eine weiße Farbe, und ist stets weich. Sein specifisches Gewicht ist größer als das Mittel zwischen den beiden Metallen. Gellert hat sogar die Bemerkung gemacht, daß, wenn man es in reines Quecksilber wirft, es in demselben zu Boden sinkt \*). Wird es hinreichend erhitzt, so wird das Quecksilber verflüchtigt, und das Silber bleibt rein zurück.

Verwandtschaften. VI. Die Verwandtschaften des metallischen Quecksilbers sind von Morveau, die seiner Dryden von Bergmann in folgender Ordnung angegeben worden:

Quecksilber.	Dryden des Quecksilbers.
Gold.	Salzsäure.
Silber.	Kleesäure.
Zinn.	Bernsteinsäure.
Blei.	Arseniksäure.
Wismuth.	Phosphorsäure.
Platin.	Schwefelsäure.

(3. B. ein Platindrath) schwimmt, indem es nicht vermagend ist, die Cohäsion des Quecksilbers zu überwinden. Drückt man es hingegen bis auf den Boden herab, so verbleibt es daselbst, vermag seines größern specifischen Gewichts. Wird das Gefäß erwärmt, so kommt der Drath wieder auf die Oberfläche, indem er von dem heißen Quecksilber, mit dem es angefangen hat zusammenzuschmelzen, in die Höhe gehoben wird. Diese Thatsachen erklären die scheinbare von Morveau beobachtete Anomalie.

\*) Gellerts metallurgische Chemie. S. 142.

Zink.	Milchzuckersäure.
Kupfer.	Weinsteinsäure.
Antimonium.	Zitronensäure.
Arsenik.	Schweflichte Säure.
Eisen.	Salpetersäure.
	Flußsäure.
	Essigsäure.
	Boraxsäure.
	Blausäure.
	Kohlensäure.

## Zusatz des Uebersetzers.

Ueber die Amalgamation des Platins mit Quecksilber und die Benutzung dieser Verbindung um das Platin zu schmieden, hat der Graf Moussin Puschkin im neuen allgemeinen Journal der Chemie B. III. N. IV. S. 453 einige schätzbare Bemerkungen mitgetheilt.

1. Das Platin wird in salpetriger Salzsäure (wozu das beste Verhältniß gegen einen Theil Metall  $2\frac{1}{2}$  Theile Salzsäure und 5 Theile Salpetersäure sind, wo gewöhnlich etwas über die Hälfte des Metalls aufgelöst wird) aufgelöst. Bei größeren Mengen des Metalls bewirkt man am Vortheilhaftesten die Auflösung im Destillirkolben, da die übergehende Flüssigkeit noch eine beträchtliche Menge Platin aufzulösen vermag. Bei einer sehr großen Menge kann man dieses noch einigemal wiederholen, um die Kosten der Auflösung zu vermindern. Dieses bestätigen die Versuche von Proust über diesen Gegenstand vollkommen.

5. Die bis zum Krystallisiren eingedickte Flüssigkeit, wird

wieder in heißem Wasser aufgelöst, wie gewöhnlich mit Salzmiaauflösung gefällt, der Niederschlag durch das Filtrum abgetrennt, und wiederholt mit etwas kaltem Wasser nachgespült, dann nach und nach vom Filtrum in eine Schale aus Fayence oder Porcellan gebracht, und bei gelinder Hitze getrocknet.

3. Der trockene Niederschlag wird in einem hessischen Schmelztiegel vor dem Gebläse im stärksten Feuer reducirt, der Tiegel nach der Reduktion geöffnet, noch einige Zeit in der Weißglühhitze erhalten, und das lockere Metall hernach in einem großen Kolben mehrere Male mit vielem heißen Wasser ausgefüßt und getrocknet.

4. Um das noch anhängende Eisen abzuschneiden, wird das trockene Metall einige Minuten lang in verdünnter Salzsäure gesotten, durch das Filtrum geschieden und stark ausgefüßt, getrocknet, und in einem Schmelztiegel wieder anhaltend und stark geglühet.

5. Das so behandelte sehr weiße Platin wird gewogen, gegen einen Theil davon, drei Theile möglichst reines Quecksilber genommen, und in einem Mörser aus Feuerstein mit einem Pestill von derselben Materie amalgamirt. Diese Amalgamation geht sehr gut von statten, nur muß man anfänglich kleine Portionen von beiden Metallen im Mörser zusammen bringen. Die erste Mischung amalgamirt sich etwas schwer, sobald aber ein Amalgam entstanden ist, braucht man nur abwechselnd ein wenig Platin und ein wenig Quecksilber zuzusetzen, die sich beinahe augenblicklich unter dem Pestill vereinigen. Man kann mit Leichtigkeit einige Pfund in wenigen Stunden amalgamiren.

6. Ist dieses Amalgam gehörig vereinigt, und läßt es

sich überall gleichförmig strecken, so bringt man es in hölzernen Formen, die auch durch wohl passende hölzerne Stöpsel geschlossen werden, unter eine Presse, oder unter Gewichte, um das Amalgam so sehr wie möglich zusammenzudrücken. Erlaubt es die Zeit, so läßt man das Amalgam einige Tage in diesem Zustande, will man aber das geschmiedete Platin schnell erhalten, so kann man nur einige Stunden dazu anwenden. Das überflüssige Quecksilber läuft an den Ranten der Formen ab, wo äußerst feine Einschnitte dazu angebracht sind.

7. Nun werden die Stöpsel behutsam herausgenommen, und die hölzerne Form sammt dem Amalgam in einem passenden Tiegel vor dem Gebläse bis zum Weißglühen gebracht. Das Holz verkohlt sich, das Quecksilber entweicht, und das Platin bleibt in der Gestalt, die es durch den Druck erhalten hatte, zurück, und hat ganz das Ansehen eines festen Metalls. Es wird hierauf wieder in einem Tiegel stark und anhaltend geglühet, und während des Glühens von Zeit zu Zeit Del darauf gegossen, wodurch es mehr Geschmeidigkeit erhält.

8. Hierauf werden die Stäbe von einem geschickten Schmidt mit derselben Vorsicht, wie beim Silber, erst behutsam zusammengedrückt; dann, wenn sie die gehörige Festigkeit erhalten haben, ausgezogen. Diese Operation geht desto leichter vor sich, je größer die Massen sind, und je reiner das zur Amalgamation angewandte Quecksilber und Platin waren.

Zur Bestätigung dieser Vorschläge, und auch zur Abkürzung des mitgetheilten Verfahrens, dienen folgende Erfahrungen von Gehlen.

Er fällt, um reines Platin zu erhalten, eine beträch-

liche Menge Platinauflösung durch überflüssig zugesetztes Quecksilber. Es fiel ein schwarzer Niederschlag zu Boden, der nach reichlichem Auswaschen und Trocknen ein schweres, doch lockeres glanzloses Pulver darstellte. Dieses wurde in einem Hesseschen Schmelztiegel einem nach und nach bis zum Weißglühen verstärkten Feuer ausgesetzt. In dem Maße, als das Feuer verstärkt, und das Quecksilber verflüchtigt wurde, schwand der Inhalt des Tiegels immer mehr zusammen, und nahm zuletzt nur den vierten bis fünften Theil des vorigen Raumes ein. Der Inhalt des Tiegels hatte nach dem Erkalten einen schönen Platinglanz, und stellte eine fest zusammengebackene Masse dar, die aber viele Hölungen hatte. Die einzelnen größeren Stücke ließen sich unter dem Hammer schlagen.

Bei diesem Verfahren erspart man die Fällung durch Salmiak, und kann das zur Fällung angewandte Quecksilber aus der über dem Niederschlage stehenden Flüssigkeit auf eine wohlfeile Art durch Fällung mit Eisen zurückerhalten.

### Anhang zu diesem Abschnitte.

#### Vom Palladium.

Im Monat April 1803 wurde durch eine öffentliche Anzeige bekannt gemacht, daß ein neues edles Metall, Palladium genannt, bei Forster's Gerard = Straße, Geschichte, Soho, London zu verkaufen wäre. Einige der Eigenschaften desselben wurden in dieser Anzeige nahmhast gemacht, der Name des Entdeckers wurde aber nicht angegeben. Die ungewöhnliche Art, mit der diese Entdeckung ange-

angekündigt wurde, erregten bei Chenevix den Verdacht, daß hier ein Betrug zum Grunde liege. Er stellte deswegen einige Versuche an, um die Zusammensetzung desselben auszumitteln, überzeugte sich aber bald, daß die Eigenschaften desselben es von jedem der bekannten Metalle unterschieden. Dieß veranlaßte ihn, alles was sich noch in den Händen des Verkäufers befand, an sich zu bringen. Es wurde um den hohen Preis 25 Gran für eine Guinée verkauft.

*Eigenschaften* Es war durch Kunst bearbeitet worden, und wurde in dünnen Blättchen verkauft. Polirt ähnelte es vollkommen dem Platin. Die Blätter waren sehr biegsam. Ihr spezifisches Gewicht wechselte von 10,972 bis 11,482.

Die Wirkungen, welche der Galvanismus auf dieses Metall äußerte, waren genau dieselben wie beim Golde und Silber. Vor dem Lothrohre wurde die von der Flamme am weitesten entfernte Seite blau. Zum Schmelzen desselben wurde eine sehr erhöhte Temperatur erfordert. Durch das Schmelzen verlor das Metallkorn etwas von seinem Gewichte; sein spezifisches Gewicht nahm hingegen von 10,972 bis 11,871 zu. Es war härter als Eisen, und schien krystallisirt zu seyn. Der Bruch war fafrig.

Wurde es stark erhitzt mit Schwefel berührt, so schmolz es, und blieb so lange, als die Zusammensetzung rothglühte, geschmolzen. Das schwefelhaftige Palladium war spröde und weißer als das reine. Durch Kohle wurde es nicht verändert. Mit den verschiedenen Metallen ließ es sich zusammenschmelzen, und bildete mit ihnen Metallgemische, deren Eigenschaften Chenevix beschrieben hat.

Durch die Einwirkung des schmelzenden Kali verlor es seinen Glanz, und etwas von seinem Gewichte. Natrum

wirkte weniger energisch. Ließ man Ammonium mehrere Tage mit demselben in Berührung, so nahm es eine blaue Farbe an.

Wurde Schwefelsäure mit Palladium gekocht, so nahm sie eine schönrothe Farbe an, und löste einen Theil desselben auf; allein ihre Wirkung war nicht sehr kräftig. Salpetersäure wirkte mit größerer Energie, oxydirte das Metall, löste es auf, und bildete damit eine Auflösung von schönrother Farbe. Wurde Salzsäure lange mit demselben gekocht, so wurde sie schön roth gefärbt. Salpetrige Salzsäure griff das Palladium mit großer Lebhaftigkeit an, und bildete damit eine schön rothe Auflösung.

Aus diesen Auflösungen schlugen die Alkalien und Erden ein schön gefärbtes Drangepulver nieder; wurde hiezu Ammonium angewandt, so nahm die überstehende Flüssigkeit zuweilen eine grün blaue Farbe an. Schwefelsaures, salpetersaures, und salzsaures Kali bewirkten, wie in den Auflösungen des Platins, orange Niederschläge. Salzsaures Zinn fällt aus den Neutral-Salzen des Palladiums einen dunkel orange oder braunen Niederschlag. Schwefelsaures Eisen fällt das Palladium im metallischen Zustande. Blausaures Kali verursachte einen olivenfarbenen, und mit schwefelhaltigem Wasserstoffgase geschwängertes Wasser einen dunkelbraunen Niederschlag. Flußsäure, Arseniksäure, Phosphorsäure, Klee säure, Weinstein säure, Zitronensäure und ihre Salze, fällten einige Auflösungen des Palladiums, und bildeten verschiedene Zusammensetzungen damit.

Dies sind die Eigenschaften, welche Chenevix am Palladium auffand. Sie geben deutlich zu erkennen, daß sich dasselbe von allen bekannten metallischen Substanzen un-

terselbe. Noch immer hielt er es für eine Zusammensetzung, und versuchte verschiedene Methoden, um eine ähnliche darzustellen. Endlich vermuthete er, daß Platin und Quecksilber die Bestandtheile desselben seyn möchten, und nach mancherlei Versuchen fiel er auf folgendes Verfahren, welches von einem erwünschten Erfolge begleitet war.

Hundert Theile Platin, die vorläufig um sie zu reinigen in salpetriger Salzsäure aufgelöst, und durch Salmiak gefällt worden waren, wurden in salpetriger Salzsäure aufgelöst. Zu dieser Auflösung setzte er 200 Gran rothes Quecksilberoxyde. Da hiedurch die Säure nicht gesättigt wurde, so fuhr er fort, so lange rothes Quecksilberoxyde zuzusetzen, bis eine völlige Sättigung derselben erfolgte. Hierauf schüttete er eine Auflösung von schwefelsäurem Eisen in einen langhalsigen Kolben; goß hierzu die Auflösung des Platins und Quecksilberoxyde, und erwärmte die Mischung in einem Sandbade. Es fiel bald ein häufiger Niederschlag zu Boden, und die innere Fläche des Kolbens wurde mit einer dünnen metallischen Rinde belegt. Diese Rinde wurde gesammelt, mit Wasser gewaschen, und in einem Kohlentiegel einem heftigen Feuergrade ausgesetzt; dadurch erhielt *Chenevix* ein Metallforu, welches alle Eigenschaften des Palladiums besaß. Aus der verhältnißmäßigen Menge der Bestandtheile folgerte er, daß das Palladium aus zwei Theilen Platin und einem Theile Quecksilber bestehe.

Folgerun- Die außerordentlichen Folgerungen, welche aus  
nen hieraus. diesem Versuche hervorgehen, werden sich dem Leser auf einmal darbieten. Wir sehen eine Zusammensetzung aus zwei Metallen, die durch die Kunst nicht aufgehoben werden kann. Giebt es aber eine solche Zusammensetzung, war-

um sollten nicht andre für einfach gehaltene Metalle ähnliche Zusammensetzungen seyn können?

Diese Zusammensetzung enthält Quecksilber, das eine der flüchtigsten Substanzen ist, und dieses befindet sich in dem Palladium in einem solchen Zustande, daß es, ohne die Verbindung zu verlassen, den heftigsten Feuergrad zu ertragen vermag: so daß demnach eine dem Anscheine nach höchst thörichte alchemische Meinung durch diesen Versuch Bestätigung erhält.

Aber auch das specifische Gewicht des Palladiums ist ein ganz außerordentlicher Umstand. Es ist beträchtlich geringer, als das von jedem seiner Bestandtheile. Man kann das specifische Gewicht des Platins nicht geringer als 22 annehmen, indem ein Schmelztiegel von diesem Metall, den ich besitze, und welcher von Janet ty in Paris verfertigt worden (in dem, nach der in dieser Fabrik üblichen Bearbeitungsart, das Platin nicht ganz rein seyn kann) ein specifisches Gewicht hat, das nur um einen kleinen Bruch geringer ist, als 22. Das specifische Gewicht des Quecksilbers kann gleich 13,5 gesetzt werden. Wenn man nun das specifische Gewicht des Platins  $P$ , seine Menge  $p$ , das specifische Gewicht des Quecksilbers  $M$ , und die in der Mischung befindliche Menge  $m$  setzt, so giebt die Rechnung für das specifische Gewicht der Mischung 
$$\frac{P M (p + m)}{P m + M p} = \frac{8910}{49} = 18,16.$$
 Das wirkliche specifische Gewicht war aber nur 11,2; es muß mithin eine Ausdehnung, die mehr als den dritten Theil des Ganzen beträgt, statt gefunden haben.

Die Versuche von Chenevix wurden von einigen der ausgezeichnetsten Chemisten zu London wiederholt; unter

andern (wenn ich mich nicht irre) von Dr. Wollaston und von Tennant; allein es glückte keinem, Palladium zu erhalten. Es finden daher noch immer Zweifel gegen die Richtigkeit von Chenevix Versuchen statt. Zieht man aber auf der andern Seite die Genauigkeit, mit welcher Chenevix seine Versuche anzustellen pflegt, in Erwägung, so wie den Umstand, daß ihm selbst sehr viele Versuche mißglückten, und nur wenige ein erwünschtes Resultat gaben, so kann man nicht füglich abgeneigt seyn, ihm völligen Glauben zu schenken. Ich wiederholte den Versuch vergangenen November (1803) mit aller der Vorsicht, die mir nur erforderlich schien, um mir einen erwünschten Erfolg zu sichern. Ich hatte das Platin dadurch gereinigt, daß ich es aus seiner Auflösung durch Salmiak gefällt, und nachher geglühet hatte. Das Quecksilberoxyde hatte ich selbst aus Quecksilber, in dem keine merkliche Spur eines fremden Metalls befindlich war, bereitet. Ich erhielt die metallische Rinde, deren Herr Chenevix Erwähnung thut; da ich sie heftig in einem Kohlentiegel glühete, so erhielt ich ein Metallkorn, das eine weiße Farbe hatte, und dem Platin sehr ähnelte. Er war sehr porös, und ungeachtet es sich hämmern ließ, so zersprang es doch bald unter dem Hammer. Sein specifisches Gewicht betrug nur 11,126. Dieses geringe specifische Gewicht rührte zum Theil von seiner Porosität her. Alle drei mineralischen Säuren wirkten auf dasselbe; allein keine äußerte eine heftige Wirkung darauf, und die Farbe der Auflösung war nicht schön roth, sondern schmutzig rothbraun. Die gewöhnlichen Prüfungsmittel ließen mich die Gegenwart des Eisens nicht erkennen; allein die Auflösungen gaben unzweideutige Spuren von der Gegenwart des Platins. Kurz, das erhaltene Me-

talkorn war kein Platin, allein es war auch kein Palladium. Ungeachtet dieser Versuch von keinem glücklichen Erfolge begleitet war, so bin ich davon weit entfernt, ihn als einen Widerspruch mit Chenevix Versuchen zu betrachten; es wäre aber sehr zu wünschen, daß sie von andern Chemisten mit glücklichem Erfolge wiederholt würden. Kürzlich ist eine Anzeige von dem unbekanntem Entdecker des Palladiums in die öffentlichen Blätter eingerückt worden, in der die Richtigkeit von Chenevix Versuchen geleugnet, und demjenigen eine Belohnung versprochen wird, welcher künstliches Palladium vorzeigen kann \*).

---

\*) Die Versuche von Chenevix wurden in Berlin von Rose und Gehlen wiederholt; allein ungeachtet sie die von Chenevix als die vorzüglichsten angegebenen Methoden befolgten, so erhielten sie doch keinesweges die von ihm beschriebenen Resultate. Richter, der sich gleichfalls mit Wiederholung dieser Versuche beschäftigte, war in seinem Bemühen nicht glücklicher (Neues Allg. gemeines Journal der Chemie. B. I. H. V. S. 529 ff.). Graf Moussin Pouschkin vermuthet, daß vielleicht der Neffe von Forster, den er mit seiner Methode, Platin zu schmieden, bekannt machte, bei Wiederholung dieser Versuche auf diese neue Verbindung des Platins mit dem Quecksilber gekommen seyn mag. Nach Bekanntmachung der Eigenschaften des Palladiums hat er selbst eine vollkommene Auflösung von Platinamalgama in Salpetersäure bewirkt, und aus derselben ein Salz erhalten, das sich durch mäßige Hitze reducirte, und ein schwaches Blüthefeuer aushielt, sich aber mit Schwefel nicht vereinigte, nicht schmieden ließ, und auch in der Weißglühitze vollkommen zersetzt wurde, indem das Quecksilber davon flog und das Platin als ein graues glänzendes Pulver zurück blieb. Neues Allg. Journ. der Chemie. B. III. H. IV. S. 450. Anm. d. Uebers.

## Fünfter Abschnitt.

## V o n d e m K u p f e r .

I. Nächst dem Golde und Silber war das Kupfer dasjenige Metall, mit welchem die Menschen von den frühesten Zeiten her bekannt wurden. Ehe man die Kunst lernte Eisen zu bearbeiten, bediente man sich des Kupfers zur Verfertigung aller Hausgeräthe und Waffen. Selbst während des Trojanischen Krieges, hatten, wie uns Homer erzählt, die Streiter keine andre als eiserne Waffen, die aus einer Mischung von Kupfer und Zinn bestanden. Das Wort Kupfer stammt vordem Nahmen der Insel Cypren her, wo man es entweder zuerst entdeckte, oder wo es von den Griechen mit einer gewissen Vollkommenheit bearbeitet wurde.

1. Dieses Metall hat eine schön rothe Farbe, und ziemlich viel Glanz. Sein Geschmack ist styptisch und ekelerregend: reibt man es einige Zeit mit den Händen, so nehmen diese hiervon einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch an.

2. Seine Härte ist 7,5. Das specifische Gewicht beträgt wenn es geschmolzen worden 8,667; nach dem Hämmern 8,9.

3. Die Streckbarkeit des Kupfers ist sehr groß; man kann es zu so dünnen Blättchen schlagen, daß der leichteste Hauch sie hinwegführt. Auch die Dehnbarkeit dieses Metalls ist beträchtlich. Bei den Versuchen um die Zähigkeit des Kupfers zu bestimmen, fand Siclingen, daß ein Kupferdrath von 0,078 Zoll im Durchmesser ohne zu zerreißen ein Gewicht von 302,26 Pfunden tragen kann.

4. Wird es bis zum  $27^{\circ}$  nach Wedgwood's Pyrometer, (welche Temperatur nach Mortimer's Berechnung mit  $1450^{\circ}$  Fahr: übereinkommt) \*) erhitzt, so schmilzt es; wird der Grad der Hitze verstärkt, so entweicht es in sichtbaren Dämpfen. Läßt man es langsam erkalten, so nimmt es eine krystallinische Gestalt an. Der Abt Mongez welcher mehrere schätzbare Versuche über das Krystallisiren der Metalle angestellt hat, erhielt es in vierseitigen Pyramiden, die oft in einander gefügt waren.

II. Das Kupfer wird vom Wasser nicht verändert; selbst bei der Rothglühhitze vermag es nicht, wosfern nicht die Luft Zutritt zu demselben hat, eine Zersetzung desselben zu bewirken. In diesem Falle wird die Oberfläche des Metalls oxydirt. Jeder wird die Bemerkung gemacht haben, daß wenn man Wasser in einem kupfernen Gefäße aufbewahrt, es mit einer grünen Rinde, die Grünspan genannt wird, belegt wird, diese bildet sich an der Stelle, welche mit der Oberfläche des Wassers in Berührung ist.

Dryden. Setzt man Kupfer der Einwirkung der Luft aus, so läuft die Oberfläche desselben allmählich an, wird braun, und überzieht sich zuletzt mit einer dunkelgrünen Kruste. Diese Kruste bestehet aus Kupferoxyde, das mit kohlensaurem Gas verbunden ist. Bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre erfolgt die Drydation des Kupfers nur langsam, wird aber eine Platte dieses Metalls rothglühend gemacht, so überzieht sie sich in wenigen Minuten mit einer oxydirten Rinde, welche sich, so wie die Platte abkühlt, von selbst in kleinen Schuppen ablöst. Beim Abkühlen zieht sich die

---

\*) Phil. Trans. XLIV, 672.

Kupferplatte beträchtlich zusammen, die oxydirte Rinde hingegen nimmt nur wenig in ihrer Ausdehnung ab, sie zerbricht daher in Stücken und fällt ab, wenn sich die unter ihr befindliche Platte zusammenzieht. Man kann sich dieses Oxyde verschaffen, wenn man eine Kupferplatte abwechselnd erhitzt, und in kaltes Wasser taucht. Die Schuppen lösen sich los, und sinken in dem Wasser zu Boden.

Bei einer heftigen Hitze, oder wenn Kupfer einem entzündeten Strom aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas ausgesetzt wird, entzündet sich das Metall, brennt mit lebhaftem Glanze, und verbreitet dabei ein so helles Licht welches so intensiv ist, daß es das Auge kaum zu ertragen im Stande ist. Das Produkt ist ein Oxyde des Kupfers.

Bis jetzt kennt man zwei Oxyden des Kupfers, und es scheint auch nicht, daß sich dieses Metall mit mehr als zwei verschiedenen Antheilen von Sauerstoffe verbinden könne. Das Protoxyde hat eine schön orange Farbe; das Peroxyde ist schwarz, ungeachtet wenn es mit andern Körpern eine Verbindung eingehet, es verschiedene Schattirungen von Blau, Grün und Braun annehmen kann.

*Protoxyde.* I. Das Protoxyde des Kupfers ist zuerst von Proust entdeckt worden, allein Chenevix welcher es in der Natur unter den in Cornwall brechenden Erzen gefunden hat, hat uns zuerst mit den Eigenschaften desselben bekannt gemacht. Man kann es bereiten, wenn man 57,5 Theile schwarzes Kupferoxyde mit 50 Theilen Kupfer, das in ein feines Pulver dadurch verwandelt worden, daß man es aus seiner Auflösung in Salzsäure durch ein Stahlblech fällt, vermischt. Die Mischung wird in einem Mörser gerieben, in eine Flasche geschüttet, mit Salzsäure übergossen,

und die Flasche fest verstopft. Es wird wärmefrei, und beinahe alles Kupfer aufgelöst. Tröpfelt man Kali in diese Auflösung, so fällt das orange Kupferoxyde zu Boden. Als klein das leichteste Verfahren dieses Oxyde zu bereiten, bestehet darin, daß man Kupfer in Salzsäure unter Mitwirkung der Wärme auflöst. Die grüne Flüssigkeit welche dadurch erhalten wird, wird nebst einigen Stücken Kupferblech in eine Flasche geschüttet, und das Ganze fest verstopft. Allmählich verschwindet die grüne Farbe, und verwandelt sich in eine dunkelbraune; die Flüssigkeit wird undurchsichtig und es setzet sich allmählig eine Menge schmutzig weißer Krystalle ab, die Sandkörnern ähneln. Schüttet man diese Flüssigkeit, oder die Krystalle in eine Auflösung von Kali, so fällt das orange Oxyde in Menge zu Boden.

Dieses Oxyde bestehet aus 88,5 Kupfer und 1,15 Sauerstoffe \*). Es ziehet so begierig Sauerstofflein, daß man es kaum trocknen kann, ohne daß sich seine Farbe in die blaugrüne verwandelt, wenigstens erfolgt diese Veränderung auf der Oberfläche desselben, ist es aber einmal trocken, so behält es seine Farbe sehr wohl bei.

Peroxyde. 2. Das Peroxyde des Kupfers liefern die Schuppen welche sich von der Oberfläche des rothglühenden Kupfers ablösen. Diese Schuppen haben eine violette Farbe, die von der Gegenwart eines geringen Antheils metallischen Kupfers, das sich auf der Unterfläche derselben befindet, herrührt; erhält man sie aber einige Zeit unter dem Zutritte der Luft rothglühend, so werden sie schwarz, und sind dann ein reines Peroxyde des Kupfers. Man erhält dieses Oxyde gleich-

\*) Chenevix Phil. Trans. 1801. p. 227.

falls, wenn man Kupfer in Schwefelsäure oder Salpetersäure auflöst, es aus seiner Auflösung durch Kali fällt, und dann den Niederschlag gehörig erhitzt, damit alles etwa damit verbundene Wasser entweiche.

Das Peroxyde des Kupfers bestehet aus 80 Theilen Kupfer und 20 Theilen Sauerstoff \*). Wird es mit etwas weniger, als mit gleichen Theilen (dem Gewicht nach) gepulverten Kupfers vermischt, und bis zum Rothglähen erhitzt, so wird das Ganze in Protoxyde des Kupfers verwandelt.

Die Dryden des Kupfers lassen sich leicht im metallischen Zustande darstellen, wenn man sie mit Kohle, Oelen oder andern fetten Körpern erhitzt; ja man kann sich hierzu einiger Metalle, z. B. des Zinnes, bedienen.

3. Wird Kupfer in Salpetersäure aufgelöst, und zu der Auflösung eine hinreichende Menge Kali zugesetzt, so fällt ein blaues Pulver zu Boden, welches sonst für ein eigenthümliches Kupferoxyde gehalten, und dem zufolge blaues Kupferoxyde genannt wurde. Proust hat aber gezeigt, daß es nichts anders, als das schwarze Dryde mit Wasser verbunden sey, aus diesem Grunde hat er es Kupferhydrate genannt. Bei der Destillation geben 100 Theile desselben 25 Theile Wasser, und es bleiben 75 Theile schwarzes Dryde zurück.

Kohlensäure Setzt man das blaue Pulver feucht der Einwirkung der atmosphärischen Luft aus, so wird es allmählich grün. Sonst glaubte man, es rühre von der Absorption des Sauerstoffes her; aus diesem Grunde nannte man es grünes Kupferoxyde. Proust fand, daß die-

\*) Ann. de Chim. XXII, 26.

se Veränderung nicht von der Absorbition des Sauerstoffes, sondern von der Verbindung des schwarzen Kupferoxyde mit Kohlensäure herrühre.

Verbindung III. Bis jetzt hat man das Kupfer weder mit  
mit brenn<sup>en</sup>  
baren Kohle, noch mit Wasserstoff verbinden können, mit  
Stoffen. Schwefel und Phosphor geht es aber leicht eine  
Vereinigung ein, und bildet Zusammensetzungen, die phosphorhaltiges und schwefelhaltiges Kupfer genannt werden.

Kupfer und I. Legt man gleiche Theile Schwefel und Kupfer  
Schwefel. in einem Schmelztiegel in abwechselnden Schichten über einander, so schmelzen und verbinden sie sich bei der Rothglühhitze. Das schwefelhaltige Kupfer, welches durch dieses Verfahren erhalten wird, ist eine spröde Masse, von schwarzer oder sehr dunkel blau grauer Farbe. Es ist ungleich leicht flüssiger, als Kupfer, und besteht nach Proust's Versuchen aus 78 Theilen Kupfer, und 22 Schwefel \*). Dieselbe Zusammensetzung wird erhalten, wenn man Kupferseile mit Schwefel mischt, mit Wasser zu einem Teige knetet, oder auch, wie ich mich durch eigne Versuche überzeugt habe, dadurch, daß man beide Substanzen ohne Wasser mischt, und einige Zeit der Luft aussetzt.

Werden acht Theile Kupferseile dem Gewichte nach mit drei Theilen Schwefelblumen vermischt, in eine Glasretorte geschüttet, und auf glühende Kohlen gestellt, so schmilzt die Mischung, es erfolgt eine Art Explosion, sie wird rothglühend, und wenn man sie vom Feuer nimmt, so glüht sie noch einige Zeit lang, wie eine glühende Kohle. Untersucht man

\*) Ann. de Chim. XXVIII, 172.

Jetzt den Inhalt des Gefäßes, so findet man, daß er in schwefelhaltiges Kupfer verwandelt ist. Dieser merkwürdige Versuch wurde zuerst von den holländischen Chemisten Deimann, Troostwyk, Nieuwland, Bondt und Laurenburg im Jahre 1793 angestellt \*). Sie fanden, daß das Verbrennen am besten erfolgt, wenn die Substanzen in dem oben angegebenen Verhältnisse mit einander vermischt werden: daß es gleichfalls gelinge, wenn der Schwefel und das Kupfer vollkommen rein und trocken sind; daß ferner die im Gefäße enthaltene Luft hierauf keinen Einfluß habe, und daß es gleichgültig sey, ob atmosphärische Luft, oder Sauerstoffgas, oder Wasserstoffgas, oder Stickgas, oder Wasser, oder Quecksilber im Gefäß enthalten sey. Dieser Versuch erregte große Aufmerksamkeit, und ist häufig wiederholt worden; denn es ist der einzige bekannte Fall, in welchem ein scheinbares Verbrennen ohne Zutritt des Sauerstoffs statt findet. Die verschiedenen Versuche diese Erscheinungen zu erklären, sollen in einem der folgenden Kapitel angeführt werden.

Schwefelhaltiges Kupfer mit einem Ueberschuß von Schwefel. 2. Proust hat gezeigt, daß das schwefelhaltige Kupfer sich mit einem neuen Antheil Schwefel verbinden, und eine neue Zusammensetzung bilden kann, die mit einem Ueberschuß von Schwefel verbundenes schwefelhaltiges Kupfer (supersulphuret of copper) genannt werden könnte. Diese Zusammensetzung ist spröde, von gelber Farbe, metallischem Glanze, und kommt in der Natur häufig unter dem Nahmen des Kupferkieses vor \*\*).

\*) Jour. de Min. No. 2. 85.

\*\*) Jour. de Phys. LIII, 95.

Phosphorhaltiges Kupfer. 3. Pelletier bewirkte eine Verbindung zwischen Phosphor und Kupfer, indem er 16 Theile Kupfer, 16 Theile Phosphorglas und 1 Theil Kohle zusammenschmolz \*). Marggraf war der erste, welcher phosphorhaltiges Kupfer bereitete. Er bediente sich hierzu des Verfahrens, daß er Phosphor und Kupferoxyde zusammen destillirte. Am leichtesten erhält man es, wenn man Phosphor auf rothglühendes Kupfer wirft. Es hat eine weiße Farbe; und besteht, nach Pelletier, aus 20 Theilen Phosphor und 80 Theilen Kupfer \*\*). Das phosphorhaltige Kupfer ist härter als Eisen; es läßt sich nicht strecken, und kann dennoch nicht leicht gepulvert werden. Sein specifisches Gewicht beträgt 7,1220. Es krystallisirt in vierseitigen Prismen \*\*\*). An Leichtflüchtigkeit übertrifft es das Kupfer. Wird es der Luft ausgesetzt, so verliert es seinen Glanz, wird schwarz, fällt in Stücken, das Kupfer ist oxydirt, und der Phosphor in Phosphorsäure verwandelt. Wird es gehdrig erhitzt, so brennt der Phosphor, und das Kupfer bleibt in Gestalt schwarzer Schlacken zurück †).

VI. Das Kupfer verbindet sich nicht mit dem Stickstoff, salzsaures Gas verwandelt es schnell in ein Oxyde, mit dem es sich verbindet.

Metallgemische. V. Das Kupfer geht mit den meisten Metallen eine Verbindung ein, und einige der dadurch gebildeten Zusammensetzungen sind für die bürgerliche Gesellschaft von großem Nutzen.

\*) Ann. de Chim. I, 74.

\*\*\*) Ann. de Chim. I, 74.

\*\*\*). Ann. de Chim. XIII, 3.

†) Sage Jout. de Phys. XXXVIII, 468.

Kupfer und  
Gold. I. Die Verbindung zwischen Gold und Kupfer bewirkt man durch das Zusammenschmelzen beider Metalle. Dieses Metallgemisch wird häufig angewendet, weil ein Zusatz von Kupfer die Härte des Goldes vermehrt, ohne seiner Farbe Eintrag zu thun. Muschenbroek \*) hat gezeigt, daß dieses Metallgemisch die größte Härte besitzt, wenn es aus sieben Theilen Gold und einem Theile Kupfer besteht. Die Goldmünzen sowohl in England als Frankreich bestehen, aus elf Theilen Gold und einem Theile Kupfer. Das specifische Gewicht dieses Metallgemisches ist ungleich größer als die Rechnung angiebt; es wird demnach durch diese Verbindung die Dichtigkeit beider Metalle vermehrt. Die Rechnung giebt 17,153, das wirkliche specifische Gewicht dieses Gemisches ist aber 17,486, so daß das Gemisch  $\frac{1}{48}$  an Dichte zugenommen hat \*\*). Die Verbindung zwischen Gold und Kupfer ist leichtflüssiger als reines Gold, man bedient sich daher derselben um Stücke von letzterem Metall zusammen zu löthen.

Nach Hatchett giebt ein Theil Gold mit  $\frac{1}{2}$  Kupfer ein Metallgemisch von dunkelgelber Farbe, das vollkommen streckbar ist. Wurde hierzu eine gleiche Menge von englischem oder schwedischem granulirten Kupfer genommen, so wurde das Metallgemisch etwas spröde, schwedisches Thalerkupfer machte es so spröde als Glas. Die reinsten Kupferarten welche in England verarbeitet werden, gaben in Verbindung mit Gold ein Metallgemisch, das vollkommen streckbar war. Die Sprödigkeit rührte von einem geringen An-

---

\*) Fourcroy VI, 252.

\*\*\*) Brisson.

theil Blei oder Antimonium her, welcher dem Kupfer beige-mischt war.

und Platin. 2. Platin läßt sich durch Schmelzen mit dem Kupfer verbinden, nur ist hierzu ein sehr starker Feuergrad erforderlich. Das Gemisch ist streckbar, hart, es nimmt eine schöne Politur an, und läuft nicht an. Man hat sich dieser Zusammensetzung mit Vortheil zur Verfertigung der Spiegel für Spiegel-Teleskope bedient.

und Silber. 3. Das Silber verbindet sich im Fluß leicht mit dem Kupfer. Das Metallgemisch ist härter und klingender als Silber, dessen ungeachtet ist die Dichtigkeit der Metalle verringert worden. Werden 137 Theile Silber und 7 Theile Kupfer zusammengeschmolzen, so müßte das spezifische Gewicht der Mischung 10,3016 betragen, es ist aber nur gleich 10,1725; folglich hat das Volumen der Metalle durch das Zusammenschmelzen um  $\frac{1}{41}$  zugenommen \*). Ist das Verhältniß des Kupfers klein, so wird die Farbe des Silbers nicht verändert. Die englische Silbermünze bestehet aus einem Theile Kupfer und 15 Theilen Silber; die französische aus 7 Theilen Kupfer und 137 Theilen Silber, oder aus 1 Theile Kupfer und 19,57 Silber \*\*). Die französische Silbermünze enthält demnach feiner Silber als die englische.

und Quecksilber. 4. Das Kupferamalgam läßt sich nicht durch bloßes Zusammenmischen des Kupfers mit Quecksilber darstellen; selbst bei Mitwirkung der Hitze findet diese Verbindung nicht statt, weil bei dem Schmelzen des Kupfers

\*) Haüy Jour. de Min. An V. pag. 471.

\*\*\*) Haüy Jour. de Min. An V. pag. 471.

Kupfers erforderlichen Feuergrade das Quecksilber sublimirt wird. Dr. Lewis hat mehrere Vorschriften gegeben, um das Kupferamalgam zu bereiten. Eine der einfachsten ist die, daß man das Quecksilber mit Grünspan (einer Zusammensetzung aus Kupfer und Essigsäure) und Kochsalz zusammenschleibt. Die Theorie dieses Processes ist nicht so leicht einzusehen. Auch auf folgendem Wege läßt sich diese Zusammensetzung bewirken. Man taucht Kupferbleche in eine Auflösung des Kupfers in Salpetersäure; wo dann die Platte bald mit Quecksilber überzogen wird. Das Kupferamalgam hat eine köthlich weiße Farbe, und ist anfänglich so weich, daß es die feinsten Eindrücke annimmt; es wird aber, der Luft ausgesetzt, bald härter. In der Hitze wird es schnell zersetzt, das Quecksilber verdunstet, und das Kupfer bleibt zurück.

Verwandtschaften: VI. Bergmann giebt die Wahlanziehungen des Kupfers folgendermaßen an;

Kupfer.

Dryde des Kupfers.

Gold.

Kleefäure.

Silber.

Weinsteinsäure.

Arsenik.

Salzsäure.

Eisen.

Schwefelsäure.

Magnesium.

Milchzuckersäure.

Zink.

Salpetersäure.

Antimonium.

Arseniksäure.

Platin.

Phosphorsäure.

Zinn.

Bernsteinsäure.

Blei.

Flußsäure.

Nickel.

Zitronensäure.

Wismuth.

Milchsäure.

Kobalt.

Essigsäure.

Quecksilber.

Schwefel.

Phosphor.

Boraxsäure.

Blausäure.

Kohlensäure.

## Sechster Abschnitt.

## v o n E i s e n.

Geschichte. I. Das Eisen, das häufigste und nützlichste aller Metalle, war weder so früh bekannt, noch lernte man es so früh mit Leichtigkeit bearbeiten, als das Gold, Silber und Kupfer. Es wurde von den östlichen Völkern entdeckt, bei denen der Anfang aller Künste und Wissenschaften zu suchen ist. Die Schriften Moses (der ungefähr 1635 Jahre vor Christus geboren worden) enthalten Beweise, daß dieses Metall schon in frühern Zeiten den Egyptern und Phönicern bekannt war. Er erwähnt der Ofen um Eisen zu schmelzen \*); der Erze aus welchen es erhalten wurde \*\*), und bemerkt, daß Schwerdte \*\*\*), Messer †), Aexte ††), und Werkzeuge zur Bearbeitung der Steine †††) daraus verfertigt wurden. Bedenkt man, daß die Kenntniß des Eisens durch die Dactyli, die sich unter der Regierung Minos, ungefähr 1431 Jahre vor Christi Geburt, in Creta festsetzten,

\*) Fünfte Buch Moses IV, 20.

\*\*) Ebd. VIII, 9.

\*\*\*) Vierte Buch Moses XXXV, 16.

†) Dritte Buch Moses I, 17.

††) Fünfte Buch Moses XVIII, 5.

†††) Ebd. XXVII, 5.

aus Phrygien nach Griechenland gebracht worden \*), so kann man vielleicht einige Vermuthungen darüber wagen, wieviel Jahrhunderte vor dem Zeitalter Moses diese Entdeckung gemacht worden seyn müsse. Noch zu den Zeiten des Trojanischen Krieges, (der 200 Jahre nach der zuletzt angeführten Periode statt fand) stand das Eisen in einem so hohen Preise, daß unter den Preisen welche Achill bei den Kampfspielen, die er dem Patroclus zu Ehren anstellte, aussetzte, sich auch eine eiserne Kugel befand. Zu dieser Zeit waren noch keine Waffen der Griechen von Eisen. Wenn nun die Griechen in einem Zeitraume von 200 Jahren so wenig Fortschritte in einer Kunst, die sie von andern erlernt hatten, machten, wie lange müssen sich die Egyptianer, Phrygier, Chalybes, oder welche andre Nation zuerst das Eisen entdeckt hat, damit beschäftigt haben, ehe sie die Fortschritte machten, die Moses Nachrichten zufolge in seinem Zeitalter statt fanden?

Eigenschaft 1. Das Eisen hat eine bläulich weiße Farbe;   
 / ten. wird es polirt, so hat es ziemlich viel Glanz. Es hat einen styptischen Geschmack, und verbreitet, wenn es gerieben wird, einen Geruch.

2. Seine Härte ist 9. Sein specifisches Gewicht wechselt von 7,6 bis 7,8.

3. Es wird vom Magnet angezogen, und ist selbst diejenige Substanz, welche den Magnet ausmacht. Ist übrigens das Eisen vollkommen rein, so hält es die magnetische Kraft nur kurze Zeit an sich.

4. Es läßt sich bei jeder Temperatur hämmern; und

---

\*) Hesiod, den Plinius anführt: Plinius Hist. nat. Lib. VII, c. 57.

seine Streckbarkeit nimmt zu, so wie die Temperatur erhöhet wird; doch läßt es sich nicht zu so dünnen Blättern strecken, wie Gold, Silber oder auch Kupfer. Seine Ziehbarkeit ist hingegen vollkommener; denn es läßt sich zu Drath, der so fein als ein Menschenhaar ist, ausziehen. Bei den Versuchen über die Fähigkeit der Metalle fand Siclingen, daß ein Eisendrath von 3,078 Zoll im Durchmesser ein Gewicht von 549,25 Pfund ohne zu zerreißen tragen kann \*).

5. Wird es bis zu einer Temperatur von  $158^{\circ}$  nach Wedgwoods Pyrometer erhitzt, so kommt es, wie Georg M'Kenzie gezeigt hat, in Fluß. Da diese Temperatur beinahe die höchste ist, zu der es erhoben werden konnte, so war man nicht im Stande, den Punkt auszumitteln, bei welchem es anfängt zu kochen und zu verdunsten. Auch hat man nicht die Gestalt seiner Krystalle untersucht; allein dies ist allgemein bekannt, daß das Eisen ein fasriges Gefüge hat, d. h. es erscheint, wenn es zerbrochen wird, aus einer Menge von Fasern oder vereinigten Fäden zusammengesetzt.

Verbindung mit dem Sauerstoffe. II. An der Luft läuft seine Oberfläche bald an, und verwandelt sich allmählich in ein braunes oder gelbes Pulver, das unter dem Namen des Rostes allgemein bekannt ist; diese Veränderung findet, wenn die Atmosphäre feucht ist, um so rascher statt. Diese Veränderung ist eine Folge der allmählichen Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoff der Atmosphäre, zu dem es eine sehr große Verwandtschaft hat.

Zerlegt das Wasser. I. Werden Eisenfeile in Wasser aufbewahrt, so werden sie, wosfern die Temperatur nicht  $70^{\circ}$

\*) Siclingen Versuche über die Platina.

übersteigt, allmählich in ein schwarzes Pulver verwandelt, zu gleicher Zeit entwickelt sich eine beträchtliche Menge Wasserstoffgas. Dieses rührt von der nach und nach erfolgenden Zerlegung des Wassers her. Das Eisen verbindet sich mit dem Sauerstoffe desselben, während der andre Bestandtheil, der Wasserstoff, im gasförmigen Zustande entweicht<sup>\*)</sup>. Erhitzt man das Wasser bis zum Sieden, so erfolgt die Zerlegung desselben ungleich schneller. Es entwickeln sich Luftblasen, die Wasserstoffgas sind; diese können an der Mündung des Gefäßes gesammelt werden. Man kann diesen Versuch in einer gläsernen Retorte anstellen. Die Eisenfeile wird zuerst hineingeschüttet, hierauf die Retorte ganz mit Wasser angefüllt, und ihre Mündung in eine Schale mit Wasser getaucht. Durch eine unter die Retorte gesetzte Lampe bringt man die Flüssigkeit zum Kochen.

Läßt man Wasserdampf durch eine rothglühende eiserne Röhre streichen, so wird er augenblicklich zerlegt. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Eisen, und der Wasserstoff bringt im gasförmigen Zustande durch die Röhre, und kann in einem schicklichen Gefäße aufgefangen werden. Dieses ist eine der leichtesten Methoden sich Wasserstoffgas zu verschaffen.

2. Diese Thatsachen sind hinreichend, um die große Verwandtschaft des Eisens zum Sauerstoffe zu zeigen, indem aus ihnen hervorgeht, daß es im Stande sey, denselben dem Wasser zu entziehen. Man kann auch das Eisen entzünden, wo es mit großer Lebhaftigkeit brennt. Zu dem Ende drehe man

---

\*) Dieses Faktum kannte schon Bergmann (Opus. III, 95.) so wie Scheele (phys. Chem. Schr. B. I. S. 187.) Lavoisier hat aber die dabei stattfindenden Erscheinungen zuerst richtig erklärt.

einen dünnen Eisenrath wie einen Propfenzieher zusammen, (dieses läßt sich leicht dadurch bewerkstelligen, daß man ihn um einen Zylinder wickelt) und befestige an dem einen Ende ein kleines Stückchen Baumwollengarn, das in geschmolzenes Talg getaucht worden: dieses wird entzündet, und brennend in ein mit Sauerstoffgas gefülltes Gefäß getaucht. Das Baumwollengarn theilt die Entzündung dem Eisenrathe mit, der dann mit sehr lebhaftem Glanze brennt, indem er stark leuchtende Funken nach allen Richtungen ausstößt. Diesen sehr in die Augen fallenden Versuch, hat zuerst Dr. J u g e n h o u f f ange stellt. Während dieses Verbrennens verbindet sich das Eisen mit dem Sauerstoffe, und wird in ein Dryde verwandelt.

Zwei Dry: Proust hat gezeigt, daß es nur zwei verschie-  
den. bene Dryden des Eisens gebe: das Protoryde hat gewöhnlich eine schwarze, das Peroxyde eine rothe Farbe.

Protoryde. 3. Man kann das Protoryde des Eisens durch vier verschiedene Verfahungsarten erhalten. 1) Indem man Eisenfeile eine genugsame Zeit, bei einer Temperatur von 70° mit Wasser in Berührung läßt. Das auf diesem Wege erhaltene Dryde ist ein schwarzes Pulver, das sonst in der Arzneikunde häufig unter dem Nahmen des Eisenmohrs (aethiops martialis) gebraucht wurde \*). L e m e r i scheint der

---

\* Das beste Verfahren ist das von Dr. Kouver. Er setzt einen aus Eisenfeil und Wasser gemachten Teig in einem irdenen Gefäße der atmosphärischen Luft aus. Die Masse erhitzt sich, und das Wasser verschwindet. Sie wird aufs neue angefeuchtet und der Prozeß wiederholt, bis das Ganze oxydirt ist. Die Masse wird dann zerstoßen und das Pulver unter beständigem Umrühren über Feuer in einem eisernen Gefäße zur Trockene gebracht. Ann. de Chim. XLIV, 329.

erste gewesen zu seyn, der diese Substanz untersucht hat. 2) Ein anderes Mittel dieses Dryde zu bereiten ist dieses, daß man Wasserdämpfe durch eine rothglühende eiserne Röhre streichen läßt. Das Eisen wird in eine schwarze glänzende Masse verwandelt, die, wenn sie gestossen wird, vollkommen dem Eisenmohre ähnelt. Lavoisier hat zuerst diesen Versuch angestellt. 3) Auch durch Verbrennen des Eisendrathes in Sauerstoffgas erhält man dieses Dryde. Der Drath schmilzt, so wie er brennt, und fällt in Tropfen auf den Boden des Gefäßes herab, dieser muß daher von Kupfer und mit Wasser bedeckt seyn. Diese metallische Tropfen sind spröde, sehr hart, schwärzlich, haben aber noch metallischen Glanz. Sie sind von Lavoisier untersucht, und völlig übereinstimmend mit dem schwarzen Dryde gefunden worden \*). 4) Durch Auflösung des Eisens in Schwefelsäure und durch Fällung des Metalls durch Kali. Man erhält einen grünen Niederschlag, der eine schwarze Farbe annimmt, wenn er rasch in einem verschlossenen Gefäße getrocknet wird. Auf welche Art auch dieses Protoxyde gebildet wird, so enthält es stets, wie Lavoisier und Proust gezeigt haben, im Hundert: 73 Theile Eisen, und 27 Theile Sauerstoff \*\*). Es wird vom Magnete gezogen, und ist oft selbst magnetisch \*\*\*). Es krystallisirt, und wird in diesem Zustande oft in der Natur gefunden.

Veroxyde. 4. Das Peroxyde oder rothe Eisenoxyde wird erhalten, wenn man Eisenfeile in einem offenen Gefä-

\*) Ann. de Chim. I, 19.

\*\*) Ibid. XXIII, 87.

\*\*\*) Bergmann III, 102.

So unter stetem Umrühren so lange glühet, bis sie in ein dunkelrothes Pulver verwandelt worden. Dieses Dryde wurde sonst Crocus Martis, Eisensafran, genannt. Der gewöhnliche Eisenrost ist dieses Dryde mit kohlenfaurem Gas verbunden. Man kann sich das rothe Dryde auch verschaffen, wenn man eine verdünnte Auflösung des Eisens in Schwefelsäure lange Zeit an die Luft stellt, und dann eine Auflösung von Kali in dieselbe tröpfelt, um das Dryde zu fällen. Auch in der Natur wird dieses Dryde häufig angetroffen. Proust hat gezeigt, daß es in hundert Theilen 48 Theile Sauerstoff, und 52 Theile Eisen enthalte. Mithin absorbirt das Protoxyde, wenn es in rothes Dryde übergeht 40 Procent Sauerstoff; oder was dasselbe ist, hundert Theile des rothen Dryde bestehen aus 66,5 Theilen schwarzem Dryde, und 33,5 Theilen Sauerstoff. Hundert Theile Eisen absorbiren, wenn sie in Protoxyde verwandelt werden, 37 Theile Sauerstoff und das Dryde wiegt 137; bei seiner Umwandlung in Peroxyde eignet sich dieses Dryde noch 52 Theile Sauerstoff zu, und wiegt dann 189.

Das Peroxyde läßt sich nicht durch Hitze zersetzen; erhitzt man es aber mit gleichen Theilen Eisenfeile dem Gewichte nach, so wird das Ganze, wie Bauquelin zuerst beobachtet hat, in schwarzes Dryde verwandelt. Der Grund dieser Umwandlung ist einleuchtend. Hundert Theile Peroxyde bestehen aus 52 Theilen Eisen, die mit zwei verschiedenen Antheilen Sauerstoff verbunden sind: 1) Mit 14 Theilen, welche mit dem Eisen 66 Theile Protoxyde machen; 2) mit 34 Theilen, welche mit dem Protoxyde die 100 Theile des Peroxyde voll machen. Der erste dieser Theile hat eine ungleich größere Verwandtschaft zum Eisen als der zweite. Da nun die

34 Theile Sauerstoff, welche den zweiten Antheil ausmachen, von einer geringeren Anziehung zurückgehalten werden, so können sich leicht die 100 Theile des frisch hinzugekommenen metallischen Eisens dieselben aneignen; wodurch denn das Ganze in schwarzes Eisenoxyde verwandelt wird: denn 100 Theile Eisen erfordern, um damit sie in schwarzes Oxyde übergehen können, 37 Theile Sauerstoff \*).

\*) Chenevix äußert in seiner vortreflichen Abhandlung: Ueber die arseniksauren Kupfererze, daß das Eisen vier verschiedene Grade der Oxydation eingehen könne. Das erste Oxyde hat nach ihm eine weiße, das zweite eine grüne, das dritte eine schwarze, und das vierte eine rothe Farbe. Er gründet seine Meinung vorzüglich darauf, daß Mineralien, von denen es bekannt ist, daß Eisen in ihnen enthalten sey, folgende verschiedene Farben zeigen: als weiß, grün, schwarz, roth, braun und blau. Es ist aber wahrscheinlicher, daß diese verschiedenen Farben die Resultate der verschiedenen Verhältnisse sind, in welchen sich diese Oxyden in den Naturkörpern befinden. Verschiedenheit der Farbe ist ein sehr trügliches Kennzeichen von der Menge des Sauerstoffes, die mit einem Metalle verbunden ist. Das schwarze Eisenoxyde löset sich in Säuren ohne Aufsprausen, mithin ohne merkliche Veränderung in dem Verhältniß des Sauerstoffes auf; allein mit Kali giebt es stets einen grünlichen Niederschlag, der, wenn man ihn dem Licht aussetzt, immer dunkler wird. Der Versuch fällt auch ganz auf dieselbe Art aus, wenn man ihn im luftleeren Raume oder in einem verschlossenen Gefäße unter Wasser anstellt. Dasselbe Oxyde giebt mit Phosphorsäure einen weißen Präcipitat, welcher, wenn man ihn an der Luft trocknet, blau wird; und mit Blausäure einen weißen Niederschlag, der seine Farbe so lange behält, als man die atmosphärische Luft ausschließt. Noch ist es keinem Chemisten gelungen, ein weißes oder grünes Eisenoxyde, das sich in Ansehung der Menge des Sauerstoffes vom schwarzen unterscheidet, darzustellen; wir müssen demnach bei dem jetzigen Zustande unsrer Wissenschaft alle diese verschiedene Oxyden für völlig übereinstimmend mit dem Protoxyde halten.

Das Peroxyde des Eisens ist nicht magnetisch. Das schwefelhaltige Wasserstoffgas, so wie mehrere andere Substanzen, verwandeln es dadurch in schwarzes Oxyde, daß sie ihm den zweiten Antheil Sauerstoff, gegen den sie eine stärkere Anziehung äußern, entziehen, ungeachtet sie nicht vermögend sind, das Protoxyde zu zerlegen.

Verbindung III. Das Eisen geht mit allen einfachen Substanzen eine Vereinigung ein.  
 mit brenn-  
 baren Kör-  
 pern.

I. Der Wasserstoff in festem Zustande hat sich zwar noch nicht mit diesem Metalle vereinigen lassen; entbindet man aber Wasserstoffgas dadurch, daß man Eisenfeile mit verdünnter Schwefelsäure übergießt, so führt das Gas etwas Eisen mit sich, das sich nach und nach in den Gefäßen, in welchen man das Gas aufbewahrt, als ein braunes Pulver absetzt. Mit dem Schwefel, dem Phosphor und der Kohle, bildet das Eisen Zusammensetzungen, die schwefelhaltiges, phosphorhaltiges und kohlenstoffhaltiges Eisen genannt werden.

Eisen und Schwefel. 2. Man erhält schwefelhaltiges Eisen, wenn man in einem Schmelztiegel gleiche Theile Eisenfeile und gepulverten Schwefel zusammenschmelzt. Es hat eine schwarze oder sehr dunkelgraue Farbe, ist spröde, und ausnehmend hart. Wird es gepulvert und mit Wasser angefeuchtet, so verwandelt sich der Schwefel allmählich dadurch in Schwefelsäure, daß er sich mit dem Sauerstoffe verbindet, zu gleicher Zeit wird das Eisen oxydirt. Auch dadurch, daß man drei Theile (dem Gewichte nach) Eisenfeile mit einem Theile gepulverten Schwefel in einem gläsernen Gefäße auf Kohlen stellt, läßt sich diese Zusammensetzung bewerkstelligen. Diese Mischung schmilzt und brennt (wie die

holländischen Chemisten zuerst gezeigt haben) eben so wie die Kupferfeile und Schwefel ohne den Zutritt der atmosphärischen Luft, jedoch nicht mit demselben Glanze \*). Nach meiner Erfahrung ist das Verbrennen aber sehr glänzend; ja sogar mit einer Explosion vergesellschaftet, wenn man eine etwas große Menge Eisenfeile und Schwefel in einem bedeckten Schmelztiegel zusammenschmelzt. Das Brennen hält bei dieser Mischung ungleich länger an, als bei der aus Kupfer und Schwefel.

Werden gleiche Theile Eisenfeile und Schwefel mit einander vermischt und mit Wasser zu einem Teige gemacht, so zersetzt der Schwefel das Wasser, und absorbirt den Sauerstoff so rasch, daß die Mischung sich zuweilen selbst dann, wenn man sie in die Erde vergräbt, entzündet. Lemery hat diese Erscheinung zuerst beobachtet, und er glaubte hierin einen Erklärungsgrund für die Entstehung der Vulkane zu finden \*\*).

Aus Proust's Versuchen geht hervor, daß hundert Theile schwefelhaltiges Eisen bestehen aus:

60 Schwefel.

40 Eisen,

100 \*\*\*).

Schwefelhaltiges Eisen mit einem größern Antheil Schwefel. 3. Das Eisen kann sich auch mit einem größern Antheile Schwefel verbinden, und eine neue Zusammensetzung darstellen, die man schwefelhaltiges Eisen mit einem größern Antheile Schwefel (supersulphuret of iron) nennen

\*) Jour. de Min. N. II. 91.

\*\*) Als Boucquet diesen Versuch wiederholte, gelang er nicht. Fourcroy Syst. des Connoiss. Chim. VI, 171.

\*\*\*) Jour. de Phys. LIII, 89.

könnte. Diese Verbindung kommt häufig in der Natur vor, und ist unter dem Namen des Schwefelkieses bekannt. Diese Substanz hat eine gelbe Farbe und metallischen Glanz. Sie ist spröde, aber hart genug, um mit dem Stahle Funken zu geben. Ihr specifisches Gewicht beträgt ungefähr 4,5. Sie krystallisirt gewöhnlich in Würfeln. Die Hitze zersetzt sie. Beim Zutritte der Luft entzündet sich der Schwefel. In verschlossenen Gefäßen wird ein Theil des Schwefels verflüchtigt, und es bleibt eine schwarze Substanz zurück, welche die ursprüngliche Gestalt des Fossils hat, aber bei der leisesten Berührung in Pulver zerfällt. Proust hat von der schwarzen Substanz gezeigt, daß sie gewöhnliches schwefelhaltiges Eisen sey. Der Schwefelkies giebt, wenn er so behandelt wird, nach Proust 0,20 Schwefel, und es bleiben 0,80 als Rückstand, welche schwefelhaltiges Eisen sind \*). Der Schwefelkies bestehet demnach in hundert Theilen aus

80 schwefelhaltigem Eisen,

20 Schwefel.

---

100.

Mithin enthält diese Zusammensetzung 68 Procent Schwefel dem Gewichte nach. Proust fand ferner, daß sie sich, wenn sie mit etwas Eisenfeile geglühet wird, in schwefelhaltiges Eisen verwandeln lasse. Dieses würde das bequemste Verfahren seyn, sich schwefelhaltiges Eisen zu verschaffen.

Es ist mir mehrere Male gelungen künstlichen Schwefelkies zu verfertigen. Wenn man gleiche Theile Eisenfeile und Schwefel in einen Decktiegel thut, den Deckel mit Lehm verschmiert, um der Luft den Zugang zu verschließen, und

---

\*) Jour. de Phys. LIII, 89.

rasches Feuer giebt, um die Mischung schnell in Fluß zu bringen, so findet eine Explosion statt, welche den Deckel etwas in die Höhe hebt. So wie sich dieses ereignet, nimmt man den Tiegel vom Feuer, und läßt ihn erkalten ohne den Deckel abzunehmen. Nach dem Erkalten findet man häufig die Oberfläche der Mischung mit Schwefelkies, der zuweilen sogar krystallisirt ist, bedeckt.

Phosphorhaltiges Eisen. 4. Man erhält phosphorhaltiges Eisen, wenn man in einem Schmelztiegel 16 Theile Phosphorglas mit eben so viel Eisen und einem halben Theile Kohlenpulver schmilzt. Es ist magnetisch, sehr spröde, und auf dem Bruche weiß. Setzt man es einer starken Hitze aus, so kommt es in Fluß, und der Phosphor entweicht \*). Auch durch das Zusammenschmelzen gleicher Theile Eisenfeile und Phosphorglas wird diese Zusammensetzung erhalten. Ein Theil des Eisens verbindet sich mit dem Sauerstoffe des Phosphorglases, und wird verglast; der andre Theil bildet das phosphorhaltige Eisen, welches auf den Boden des Schmelztiegels herabsinkt. Man erhält auch phosphorhaltiges Eisen, wenn man kleine Stückchen Phosphor auf rothglühende Eisenfeile wirft \*\*). Noch ist das Verhältniß der Bestandtheile in dieser Zusammensetzung nicht ausgemittelt worden. Bergmann hat es zuerst entdeckt, und untersucht, er hielt es für ein neues Metall, und gab ihm den Namen *Siderum*.

Es giebt eine besondere Art Eisen, welche darum kaltbrüchiges Eisen genannt wird, weil es kalt, brüchig,

\*) Pelletier Ann. de Chim. I, 105.

\*\*\*) Ibid. XIII, 115.

glühend hingegen streckbar ist. Bergmann †) beschäftigte sich den Grund dieser Erscheinung aufzufinden, zu einer Zeit, da Meyer ††) in Stettin eben diesen Gegenstand zum Vorwurf seiner Untersuchungen gemacht hatte. Beide fanden fast zugleich, daß die Schwefelsäure aus diesem Eisen ein weißes Pulver abscheide, welches sich durch das gewöhnliche Verfahren in ein Metall von dunkel stahlgrauer Farbe, das ausnehmend spröde, und nicht sehr auflöslich in Säuren sey, verwandeln lasse. Sein specifisches Gewicht war 6,700; es war strengflüssiger als Kupfer, mit dem Eisen verbunden machte es dasselbe kaltbrüchig. Beide erklärten diese Substanz für ein neues Metall. Bergmann nannte es Siderum, Meyer Hydrosiderum. Klaproth hingegen, der eine große Aehnlichkeit zwischen dem Salze, welches die Phosphorsäure mit Eisen bildet, und der weißen aus dem Eisen abgetriebenen Substanz bemerkte, vermuthete, daß in diesem neuen Metalle Phosphorsäure vorhanden seyn möchte. Um sich hiervon zu überzeugen, verband er Phosphorsäure und Eisen, und erhielt, indem er diese Zusammensetzung mit Kohlenpulver in einem Schmelztiigel erhitzte \*), eine Substanz die mit dem neuen Metalle die vollständigste Aehnlichkeit hatte \*\*). Als Klaproth Meyern diese Entdeckung mittheilte, so benachrichtigte ihn dieser, daß er sich schon selbst, durch eine genauere Untersuchung überzeugt habe,

†) Opusc. III, 109.

††) Schriften der Berliner Gesellschaft Naturf. Freunde B. II. S. 334. B. III. S. 380.

\*) Diese Operation heißt in der Chemie Reduktion oder Wiederherstellung.

\*\*\*) Crells Annalen. 1784. B. I. S. 390.

daß das Siderum Phosphorsäure enthalte \*). Bald darauf zerlegte Scheele dieses weiße Pulver aus dem kaltbrüchigen Eisen wirklich, und zeigte, daß es aus Phosphorsäure und Eisen zusammengesetzt sey. Das Siderum von Bergmann ist übrigens Phosphor und Eisen, oder phosphorhaltiges Eisen, denn die Phosphorsäure wird bei der Reduktion ihres Sauerstoffes beraubt \*\*).

<sup>Kohlenstoffhaltiges Eisen.</sup> 5. Das kohlenstoffhaltige Eisen kommt in der Natur vor, und ist lauge unter dem Namen Plumbago, Reißbley, Graphit bekannt. Es hat eine dunkel eisengraue, oder blaue Farbe, und einigen metallischen Glanz. Es fühlt sich fettig an, schwärzt die Finger und jede andre Substanz auf die man es streicht. Man findet es an mehreren Orten, von vorzüglicher Güte aber in England, wo man sich desselben zur Verfertigung von Bleifedern bedient. Wird der Zutritt der Luft abgehalten, so erträgt es den heftigsten Feuergrad, ohne verändert zu werden, auch an der Luft und im Wasser bleibt es unverändert. Mäßige Hitze äußert keine Wirkung auf dasselbe; wird es aber in einem offenen Gefäße stark erhitzt, so brennt es allmählich weg, bis auf  $\frac{1}{9}$  Rückstand, der Eisenoxyde ist \*\*\*). Scheele hat zuerst die Beschaffenheit desselben genauer untersucht; er zeigte durch eine äußerst scharfsinnige

\*) Crells Annalen. 1784. B. I. S. 195.

\*\*\*) Scheele phys. Chem. Schriften. B. II. S. 392.

\*\*\*) Minmann hat gezeigt, daß die Sprödigkeit und üble Beschaffenheit des kaltbrüchigen Eisens dadurch gehoben werden könne, wenn man es heftig mit Kalkstein glühet; hiermit stimmen die Versuche von Levasseur sehr gut. Man sehe Ann. de Chim. XLII, p. 531.

Analyse, die er in den Abhandlungen der schwedischen Akademie vom Jahre 1774 bekannt machte, daß es sich durch Verbrennen in kohlen-saures Gas verwandeln lasse, und daß nur ein unbeträchtlicher Rückstand bleibe, der Eisen sey \*\*). Er schloß aus seiner Analyse, daß es aus Kohlen-säure und Phlogiston zusammengesetzt sey; allein durch die Versuche von Pelletier, vorzüglich aber von Vandermonde, Monge und Berthollet ist es erwiesen, daß es aus neun Theile Kohle und einem Theile Eisen zusammengesetzt sey \*). Die Schwierigkeiten welche beim Verbrennen des Graphits statt finden, rühren nicht allein von der Gegenwart des Eisens, sondern von der Beschaffenheit der Kohle her, die sich in dieser Verbindung in einem fast reinen Zustande befindet, oder doch nur mit einem sehr geringen Antheile Sauerstoff verbunden ist.

Varietäten des Eisens. 6. Es finden unter dem Eisen sehr große Verschiedenheiten statt, die von den Künstlern und Handwerkern durch verschiedene Benennungen bezeichnet worden sind; alle lassen sich aber unter die eine oder andere der drei folgenden Klassen bringen: — Gußeisen, Schmiedeeisen und Stahl.

Gußeisen. Gußeisen wird dieses Metall in dem Zustande genannt, in welchem es durch Aus-schmelzen aus seinen Erzen erhalten wird. Die Erze aus welchen das Eisen gewöhnlich ausgeschmolzen wird, bestehen aus Eisenoxyde und Thonerde. Der Eisenschmelzer sucht nun das Oxyde in metallisches Eisen

\*) Scheele's Schriften. B. II. S. 225 ff.

\*\*\*) Mem. Par. 1786.

zu verwandeln, und die Thonerde mit der es verbunden ist, abzuschneiden. Man erreicht diese beiden Zwecke zu gleicher Zeit dadurch, daß man das in kleine Stücke zerschlagene Erz, mit Kalkstein und Kohle vermischt, und in diesem Zustande in besonders dazu eingerichteten Ofen einer heftigen Hitze aussetzt. Die Kohle absorbiert den Sauerstoff des Oxide, entweicht als kohlen-saures Gas, und läßt das Eisen im metallischen Zustande zurück. Die Kalkerde verbindet sich mit der Thonerde, sie kommen in dieser Verbindung in Fluß, und bilden eine Art flüssigen Glases. Auch das Eisen wird bei der heftigen Hitze flüssig: und da es schwerer als das Glas ist, so sinkt es zu Boden, und sammelt sich auf dem Heerde des Ofens. Auf die Art trennen sich die in dem Ofen befindlichen Substanzen in zwei Theile; das Glas schwimmt auf der Oberfläche, und das Eisen bleibt auf dem Boden. Man macht jetzt eine Oefnung in dem unteren Theile des Ofens, aus der das geschmolzene Eisen in die dazu eingerichtete Formen fließt.

Das durch das angegebene Verfahren erhaltene Gußeisen besitzt folgende Eigenschaften. Es läßt sich beinahe bei keiner Temperatur hämmern. Gewöhnlich ist es so hart, daß es der Feile widersteht. Weder durch Glühen noch Abkühlen läßt es sich stärker härten oder geschmeidiger machen. Es ist ausnehmend spröde. Bei einer Temperatur von 130° Wedgwood kommt es in Fluß. Es ist klingender als Stahl \*). Gewöhnlich hat es eine dunkelgraue oder schwärzliche Farbe: zuweilen ist es aber weißlich, dann enthält es

---

\*) Dr. Pearson on Wootz. Phil. Trans.

phosphorhaltiges Eisen, wodurch seine Güte sehr leidet. Man verfertigt aus dieser Art Eisen vorzüglich Hausgeräthe.

Schmiedeeisen. Um das Gußeisen in Schmiedeeisen zu verwandeln, trägt man es abermals in den Ofen, ein, und bringt es durch die Flamme der Brennmaterialien, welche über die Oberfläche des Metalls spielt, in Fluß. Das geschmolzene Metall wird von einem Arbeiter beständig umgerührt, so daß jeder Theil desselben mit der Luft in Berührung kommt. Nach Verlauf von einer Stunde blähet sich der heißeste Theil des Metalls auf, schwillt an, und es zeigt sich eine blaue leckende Flamme. Dieses dauert beinahe eine Stunde, und dann ist die Umwandlung des Gußeisens in Schmiedeeisen vollendet. Das Aufschwellen der Masse wird offenbar durch das Entweichen einer elastischen Flüssigkeit verursacht \*). So wie die Arbeit vorrückt, nimmt allmählich die Konsistenz des Metalls zu; endlich gestehet es, wenn auch derselbe Feuergrad ununterbrochen unterhalten wird, gänzlich. Es wird hierauf noch glühend aus dem Ofen genommen, und vermittelst eines schweren Hammers der durch Wasser in Bewegung gesetzt wird, heftig gehämmert. Dadurch nähern sich nicht allein die Theile des Eisens mehr, sondern es werden auch mehrere Unreinigkeiten abgeschieden, die sonst mit dem Metalle verbunden bleiben würden.

In diesem Zustande ist das Metall im gegenwärtigen Abschnitte unter dem Rahmen des Eisens beschrieben worden. Da man es noch nicht zerlegt hat, so wird es in seinem reinen Zustande als eine einfache Substanz betrachtet, allein man hat es selten, oder wohl nie ohne Beimischung einiger

---

\*) Beddoes Phil. Trans. 1791.

fremdartiger Substanzen gefunden. Diese Substanzen sind entweder andere Metalle, oder Sauerstoff, Kohle, und Phosphor.

**Stahl.** Legt man kleine Stücke Eisen schichtenweise in einen verschlossenen Schmelztiigel mit einer hinreichenden Menge Kohlenpulver ein, und setzt man sie acht bis zehn Stunden einer starken Rothglühhitze aus, so werden sie in Stahl \*) verwandelt; dieser unterscheidet sich durch folgende Eigenschaften vom Eisen.

Er ist so hart, daß er sich in der Kälte nicht hämmern läßt, wenigstens nimmt er diese Eigenschaft an, wenn er glühend in eine kalte Flüssigkeit getaucht wird; denn dieses Eintauchen vermehrt, ungeachtet es keinen Einfluß auf das Eisen hat, ungemein die Härte des Stahls.

Er ist spröde, widersteht der Feile, schneidet Glas, giebt mit dem Feuerstein Funken, und behält lange Zeit die magnetische Kraft bei. Durch Glühen und langsames Abkühlen verliert er seine Härte. Bei einer Temperatur von ungefähr 130° nach Wedgwoods Pyrometer kommt er in Fluß. Ist er rothglühend, so läßt er sich hämmern, allein kaum wenn er weißglühet. Er ist klingender, und sein specifisches Gewicht ist, wenn er gehämmert worden, größer als das des Eisens.

Wird er wiederhöhlentlich in einem offenen Gefäße geglühet und gehämmert, so wird er in Schmiedeeisen verwandelt \*\*).

\*) Man nennt diesen Proceß Cementation.

\*\*\*) Dr. Pearson on Wootz Phil. Trans.

Beschaffenheit der verschiedenen Varietäten des Eisens. 7. Diese verschiedene Varietäten des Eisens sind lange bekannt gewesen, und man hat sich mit der Umwandlung der einen Art in die andere seit den frühesten Zeiten beschäftigt. Es fehlt nicht an Erklärungsgründen um von den hiebei vorkommenden Erscheinungen Rechenschaft zu geben. Nach Plinius erhält der Stahl seine Eigenschaften vorzüglich von dem Wasser in dem er abgelöscht wird \*). Becher hielt das Feuer für das einzige Agens bei der Stahlbereitung, dieses verband sich nach ihm mit dem Eisen, und verwandelte es in Stahl. Reaumur war der erste, welcher die hiebei stattfindenden Erscheinungen mit Aufmerksamkeit beobachtet hat, und seine zahlreichen Versuche haben unstreitig zur Aufklärung dieses Gegenstandes beigetragen. Er glaubte, daß das Eisen dadurch, daß es sich mit salzigen und ölichten oder schweflichten Theilen verbinde, in Stahl übergehe, und daß diese durch das Feuer dem Metalle einverleibt worden. Bergmann's Analyse aber, die er im Jahre 1781 bekannt machte, bahnte eigentlich zu einer richtigern Erklärung der bei den verschiedenen Eisenarten vorkommenden Verschiedenheiten, den Weg \*\*).

Bergmann löste 100 Theile Gußeisen in verdünnter Schwefelsäure auf, er erhielt in einer Mittelzahl 42 Unzen Maaß Wasserstoffgas; 100 Theile Stahl lieferten bei derselben Behandlung 48 Unzenmaaß; und 100 Theile Schmiedeeisen 50 Unzenmaaß von dieser Gasart; aus 100 Theilen Gußeisen erhielt er in der Mittelzahl 2,2 Graphit; dieselbe Menge Stahl gab ihm 0,5 oder  $\frac{1}{200}$ ; und 100 Theile Schmiedeeisen

\*) Plin. Hist. nat. XXXIV, 14.

\*\*) Opusc. III, 1.

Deeseisen lieferten ihm  $0,12$  oder  $\frac{7}{500}$  von dieser Substanz. Aus diesen Versuchen folgerte Bergmann: daß das Gußeisen die geringste Menge, Stahl eine größere, Schmiedeeisen hingegen die größte Menge Phlogiston enthalte; denn nach den damaligen Begriffen war die erhaltene Menge des Wasserstoffgases zugleich eine Anzeige von der Menge des in dem Metalle enthaltenen Phlogistons. Er schloß ferner, daß sich Gußeisen und Stahl von reinem Eisen durch den Gehalt an Graphit unterscheiden. Grignon behauptete in den der Bergmann'schen Analyse beigefügten Anmerkungen, daß der Graphit keinen wesentlichen Bestandtheil des Gußeisens und Stahls ausmache, sondern daß seine Gegenwart nur zufällig sey. Allein Bergmann schrieb hierüber unter dem 18ten November 1783 an Morveau: „Ich will eingestehen, daß ich mich geirrt habe, sobald Herr Grignon im Stande ist, mir ein einziges Stückchen Gußeisen oder Stahl zuzuschicken, das keinen Graphit enthält; ich ersuche Sie, mein sehr werther Freund, sich Mühe zu geben, dergleichen Proben aufzufinden, und sie mir zu übersenden; denn wenn ich mich im Irrthum befinde, so wünschte ich, sobald als möglich herausgerissen zu werden.“ Dieses ist beinahe eine der letzten wissenschaftlichen Aeußerungen dieses berühmten Mannes. Er starb bald nachher in einem Alter von 49 Jahren, und hinterließ einen sehr glänzenden Ruf, den niemand wohl so sehr verdiente als er. Sein Fleiß, sein durch nichts zu ermüdender bewundernswürdiger Fleiß würde allein hinreichend gewesen seyn, seinen Ruf zu gründen; seine ausgebreitete Kenntnisse würden schon an sich die Aufmerksam-

\*) Encyc. Method. Chim. I, 448.

feit der Naturforscher auf ihn geleitet haben; sein Scharfsinn und richtiges Urtheil würden ihm allein Bewundrung, so wie seine Aufrichtigkeit und Wahrheitsliebe das Zutrauen und die Achtung der Welt gesichert haben. Aber alle diese Eigenschaften waren in Bergmann vereinigt, und trugen im schönsten Bunde dazu bei, einen der edelsten Charaktere zu bilden, der je die Menschheit zierte.

*Erklärung* Bergmann's Versuche wurden von Bann-  
derselben, Bermonde, Monge und Berthollet wiederholt, abgeändert und erweitert. Vorzüglich machte letzterer in den Abhandlungen der französischen Akademie vom Jahre 1786 eine Abhandlung über diesen Gegenstand bekannt. Diese Naturforscher wurden durch eine sinnreiche Anwendung der von Lavoisier und seinen Mitarbeitern aufgestellten Theorie in Stand gesetzt, die Beschaffenheit und die Verschiedenheiten dieser drei Substanzen auf eine befriedigende Art zu erklären. Durch ihre Versuche und die folgenden von Clouet, Bauquelin und Morveau sind nachstehende Thatsachen begründet worden.

Schmiedeeisen ist eine einfache Substanz, die, wenn sie vollkommen rein wäre, nichts als metallisches Eisen enthalten würde.

Stahl ist Eisen, das mit etwas Kohlenstoff verbunden, und das deswegen kohlenstoffhaltiges Eisen genannt worden ist. Noch ist die Menge des Kohlenstoffs nicht mit der größtmöglichen Genauigkeit ausgemittelt worden. Aus Bauquelin's Analyse ergibt sich, daß sie in der Mittelzahl ungefähr  $\frac{7}{140}$  betrage \*). Nach Clouet's Be-

\*) Ann. de Chim. XXII, 1.

hauptung würde sie  $\frac{1}{32}$  ausmachen; allein er hat die Versuche, welche ihn zu diesem Verhältnisse führten, das so sehr die Angaben aller andern Chemisten übersteigt, nicht angegeben \*).

Daß der Stahl eine Verbindung des Eisens mit reinem Kohlenstoffe und nicht mit Kohle sey, ist durch Morveau's Versuche ausgemittelt worden, der durch unmittelbare Verbindung des Eisens mit Diamant Stahl erhielt. Auf Clouet's Anrathen schloß er einen Diamanten in einen kleinen aus reinem Eisen gefertigten Schmelztiegel ein, setzte diesen in einen gewöhnlichen Schmelztiegel, und gab den erforderlichen Feuersgrad. Der Diamant verschwand, und das Eisen wurde in Stahl verwandelt. Der Diamant wog 907, das Eisen 57800 Theile, und der erhaltene Stahl 56384, so daß 2313 Theile Eisen bei der Operation verloren gegangen sind \*\*). Aus diesem Versuche folgt, daß der Stahl ungefähr  $\frac{1}{60}$  dem Gewicht nach Kohlenstoff enthalte. Mushet machte gegen diesen Versuch Einwendungen, allein sie sind völlig von Herrn George M'Kenzie widerlegt worden \*\*\*).

Minmann gab ungleich früher ein Verfahren an, wo-

\*) Clouets eigne Worte sind folgende: „Le charbon s'unit au fer en differentes proportions; et à mesure que ces proportions varient, les produits varient aussi. Un trente-deuxieme de charbon suffit pour rendre le feracier; cette dose varie cependant dans les expériences, à cause de l'inégale intensité du feu et de la porosité des creusets; en augmentant la dose du charbon, la qualité de l'acier augmente aussi; mais il devient toujours de plus en plus difficile à forger, et plus facile à ramollir au feu.“

\*\*\*) Ann. de Chim. XXXI, 328.

\*\*\*\*) Nicholson's Jour. IV, 103.

durch sich Eisen von Stahl unterscheiden läßt. Tröpfelt man einige Tropfen verdünnte Salpetersäure auf eine Stahlplatte, und läßt man sie einige Minuten darauf stehen, ehe man sie abwischt; so bleibt ein schwarzer Fleck zurück, beim Eisen ist derselbe unter ähnlichen Umständen hingegen weißlich grün. Die Entstehung des schwarzen Fleckes läßt sich leicht erklären, er rührt von dem im Eisen befindlichen Kohlenstoffe her, der durch die Säure in Kohle verwandelt wird. Man ersieht zugleich aus diesem Versuche, daß der Kohlenstoff wenn er mit Eisen verbunden ist, ungleich schneller oxydirt wird, als wenn er im Diamanten krystallisirt ist.

Gusseisen ist Eisen, das sich mit einer noch größeren Menge Kohlenstoff, als zur Bildung des Stahls erforderlich ist, verbunden hat. Die Menge des in demselben enthaltenen Kohlenstoffes, ist aber noch nicht mit Zuverlässigkeit ausgemittelt worden. Clouet giebt sie gleich  $\frac{1}{3}$  der Menge des Eisens an. Die Schwärze der Farbe, so wie die Schmelzbarkeit des Gusseisens, stehen mit der Menge des in ihm enthaltenen Kohlenstoffes im Verhältniß. Gusseisen ist stets mit fremdartigen Substanzen verunreinigt: diese sind vorzüglich Eisenoxyde, phosphorhaltiges Eisen und Kieselerde \*).

Bereitung  
des Schmiedeeisens.

8. Es ist sehr begreiflich warum das Eisen aus seinen Erzen als Gusseisen erhalten wird. Die Menge Kohle mit welcher die Erze geschmolzen werden, ist so groß; daß das Eisen Gelegenheit hat, sich damit zu sättigen.

Die Umwandlung des Gusseisens in Schmiedeeisen er-

---

\*) Eine Substanz, die in der Folge beschrieben werden soll.

folgt durch das Begbrennen der Kohle, und durch Entziehung alles Sauerstoffes, diese Zwecke erreicht man, wenn man das Eisen unter dem Zutritte der Luft heftig erhitzt \*). Clouet fand, daß wenn man Gußeisen mit  $\frac{1}{4}$  schwarzem Eisenoxyde (dem Gewichte nach) vermischt, und es einem heftigen Feuergrade aussetzt, es gleichfalls in reines Eisen verwandelt werde. Der Sauerstoff des Oxyde und die Kohle im Gußeisen verbinden sich, und entweichen als kohlen-saures Gas, das Eisen hingegen bleibt rein zurück \*\*).

Die Umwandlung des Eisens in Stahl bewirkt man dadurch, daß man es mit Kohle verbindet. Diese Verbindung erfolgt im Großen auf drei verschiedene Arten, und die Produkte werden nach Verschiedenheit des befolgten Verfahrens: natürlicher Stahl; Cementir-Stahl (Brennstahl) und Gußstahl genannt.

Natürlicher Man erhält den natürlichen Stahl aus Stahl. den Eisenerzen dadurch, daß man erst Gußeisen bereitet, und dieses dann einem heftigen Feuergrade, während seine Oberfläche mit geschmolzenen Schlacken fünf bis sechs Zoll hoch bedeckt ist, aussetzt. Ein Theil der Kohle verbindet sich mit dem Sauerstoffe, welcher stets im Gußeisen enthalten ist, und entweicht als kohlen-saures Gas. Der Ueberrest bleibt mit dem reinen Eisen vereinigt, und verwandelt es in Stahl \*\*\*). Diese Sorte Stahl hat einen

\*) Man findet eine ausführliche Nachricht über das zu Schesfield übliche Verfahren, Gußeisen in Schmiedeeisen zu verwandeln, in einer Abhandlung von Collier. Manchester Memoirs. Vol. V. pag. 111.

\*\*\*) Jour. de Min. VII. p. 8.

\*\*\*) Eine weitläufige Beschreibung dieses Verfahrens, wie

geringeren Werth als die übrigen Arten; sie ist nicht durchgängig von derselben Beschaffenheit, ist geschmeidiger und springt nicht so leicht, da überdieß das Verfahren dessen man sich zur Bereitung derselben bedient, weniger kostspielig ist, so wird sie wohlfeiler als die übrigen Arten verkauft.

**Cementir- Stahl.** Man bereitet den Cementir- Stahl oder Brennstahl, indem man eiserne Stangen und Kohlenpulver in großen irdenen Krügen oder Schmelztiegeln schichtweise über einander legt, und die Defnungen der Gefäße sorgfältig mit Lehm verschmiert. Sie werden hierauf in einen Ofen gestellt, und so lange einem heftigen Feuergrade ausgesetzt, bis die Stangen Eisen in Stahl verwandelt werden: es erfolgt gewöhnlich in acht bis zehn Tagen \*). Dieses Verfahren ist zuerst in England befolgt worden, wenigstens hat man es in diesem Lande zuerst im Großen betrieben. Die Stahlstangen die durch den beschriebenen Proceß erhalten werden, heißen im Englischen blistered steel (blasiger Stahl), denn die Oberfläche derselben ist mit Blasen bedeckt, so daß es scheint, als wenn eine elastische Flüssigkeit in das Metall eingeschlossen gewesen wäre, und sich einen Ausweg gesucht hätte. Wird diese Art Stahl zu dünneren Stäben ausgehämmert, so nennt man sie gehämmerten Stahl (tilted steel) weil sie durch Hämmern diese Gestalt erhalten hat. Wird dieser Stahl in Stücken geschlagen, mehreremal in einem Ofen gleichsam durchgeknetet (welded) und zu Stangen geformt, so nennt man ihn deutschen

---

es auf mehreren Eisenwerken befolgt wird, findet man Jour. de Min. N. IV. p. 5.

\*\*) Collier hat dieses Verfahren weitläufig beschrieben. Manchester Memoirs. V. 117.

Stahl auch Scheeren=Stahl (shear steel <sup>\*)</sup>). Der durch Cementation erhaltene Stahl hat ein feines Korn; ist gleichförmiger, härter, und elastischer als der natürliche Stahl.

**Gußstahl.** Die vorzüglichste Art Stahl ist der Gußstahl, sein Gefüge ist dichter, und er nimmt die schönste Politur an. Man bedient sich desselben zur Verfertigung von Scheermessen, chirurgischen Instrumenten, und zu ähnlichen Werkzeugen. Er ist schmelzbarer als gewöhnlicher Stahl, daher läßt er sich nicht mit Eisen zusammenschweißen, er kommt in Fluß ehe er stark genug erhitzt werden kann. Huntzman aus Sheffield erfand im Jahre 1750 das Verfahren Gußstahl zu bereiten, und fährt fort ihn zu verfertigen. Anfänglich hielt man diese Bereitungsart geheim; jetzt ist sie aber ziemlich allgemein bekannt, und andre Fabriken verfertigen ihn von derselben Güte wie der Erfinder. Man bereitet ihn, indem man blasigen Stahl (blistered steel) in einem verschlossenen Schmelztiegel mit gestoßenem Glase und Kohlenpulver schmilzt. Eine andre Vorschrift ist die von Clouet. Es werden 30 Theile Eisen und ein Theil Kohle mit einem Theile gestoßenen Glases zusammengeschmolzen, oder man umgiebt Eisen in einem Schmelztiegel mit einer Mischung aus gleichen Theilen Kalkerde und Thonerde, erhitzt den Schmelztiegel allmählich bis zur Weißglühhitze, und erhält ihn eine genugsame Zeit in dieser Temperatur <sup>\*\*</sup>). Der Kohlenstoff wird nach Clouet durch Zerlegung des im Kalksteine in Menge vorhandnen kohlenfauren Gases erhalten;

<sup>\*)</sup> Collier Manchester Memoirs. Vol. V, pag. 117.

<sup>\*\*</sup>) Jour. de Mines An VII. 3.

ein Theil des Eisens verbindet sich mit dem Dryde dieser Säure, während der andre Theil sich mit dem Eisen vereinigt \*). Nachstehende Versuche von Musset haben es übrigens sehr wahrscheinlich gemacht, daß diese Theorie fehlerhaft sey, und daß der von Clouet erhaltene Stahl von einem andern nicht gehörig beobachteten Umstande herrühre. Er wiederholte den beschriebenen Versuch mit der größten Genauigkeit, erhielt aber nur Eisen, das geschmolzen, mithin in seinem Gefüge und Ansehen verändert, nicht aber in Stahl verwandelt worden war \*\*). Nach Clouet ist die Gegenwart des Glases zur Vereitung des Gußstahls nicht unumgänglich erforderlich; die einzigen hiezu nöthigen Bestandtheile scheinen Eisen und Kohle zu seyn: allein die Menge der Kohle ist im Gußstahle größer, als im gewöhnlichen Stahle, und hierin scheint der eigentliche Unterschied beider Arten zu liegen.

9. Aus den angeführten Versuchen geht hervor, daß sich das Eisen in sehr verschiedenen Verhältnissen mit dem Kohlenstoffe verbinden kann. Waltet letzterer vor, so ist die Zusammensetzung Graphit. Waltet das Eisen vor, so ist die Zusammensetzung Stahl oder Gußeisen in verschiedenen Zuständen nach Verschiedenheit des Verhältnisses \*\*\*). Die ausführlichsten Versuche über diesen Gegenstand sind in England von Musset angestellt, und in dem Philosophical Magazine bekannt gemacht worden. Er fand, daß die Härte des Eisens mit der Menge der Kohle, mit der es sich ver-

\*) Guyton et Darcet Jour. de Mines An. VI. p. 703.

\*\*) Phil. Mag. XII, 27.

\*\*\*). Alle diese Zusammensetzungen werden vom Verfasser Subcarburets of iron genannt.

bunden hat, zunimmt; dieses findet statt, bis daß die Kohle  $\frac{1}{60}$  vom Gewicht der ganzen Masse ausmacht. Die Härte des Eisens ist dann ein Maximum; die Farbe des Metalls ist silberweiß, es verliert sein körniges Gefüge, und nimmt eine krystallinische Form an. Wird der Zusammensetzung eine größere Menge Kohle zugesetzt, so nimmt die Härte des Metalls ab, und wird in dem Verhältnisse geringer, in welchem die Menge der Kohle größer wird \*).

Folgende Tabelle, die von eben diesem scharfsinnigen Chemisten herrührt, enthält die verschiedene Menge Kohle, die bei der Umwandlung des Eisens in die im Handel vorkommenden Varietäten seiner kohlenstoffhaltigen Verbindungen sich mit diesem Metalle vereinigt \*\*).

Abсорbirte Kohle.

Resultate.

$\frac{1}{120}$	• •	Geschmeidiger Gußstahl.
$\frac{1}{100}$	• •	Gewöblicher Gußstahl.
$\frac{1}{90}$	• •	Derselbe, nur härter.
$\frac{1}{30}$	• •	Derselbe, allein zu hart, um sich ausziehen zu lassen.
$\frac{1}{24}$	• •	Weißes Gußeisen.
$\frac{1}{20}$	• •	Fleckiges Gußeisen.
$\frac{1}{15}$	• •	Schwarzes Gußeisen.

IV. Das Eisen verbindet sich nicht mit dem Stickstoffe. Die gasförmige Salzsäure oxydirt dasselbe, und verbindet sich, wofern das Gas von Wasser frei ist, mit dem Oxyde desselben.

V. Das Eisen verbindet sich mit den meisten Metallen.

\*) Phil. Mag. XIII, p. 148.

\*\*) Phil. Mag. XIII, p. 142.

Gold. 1) Das Gemisch aus Eisen und Gold ist ausnehmend hart, und könnte nach Dr. Lewis, welcher dasselbe untersuchte, mit Vortheil zur Verfertigung schneidender Werkzeuge benutzt werden. Nimmt man gleiche Theile von diesen Metallen, so ist die Farbe des Gemisches grau. Vier Theile Eisen und ein Theil Gold geben ein Gemisch von beinahe silberweißer Farbe. Sein specifisches Gewicht ist geringer als die Rechnung angiebt \*). Man hat das Gold als ein vorzügliches Mittel Stahl zu löthen empfohlen.

Sonst glaubte man allgemein, daß das Eisen die Dehnbarkeit des Goldes führe, die Versuche von Hatchett haben hingegen das Gegentheil gezeigt. Ein Theil Eisen und 12 Theile Gold schmelzen bei einem heftigen Feuergrade zusammen, und bilden ein Gemisch von blasgelblich grauer Farbe, das sehr dehnbar ist, sich biegen, schneiden und prägen läßt. Gußstahl und Gußeisen gaben dasselbe Metallgemisch. Der Schmirgel verbindet sich nicht mit dem Golde.

Platin. 2. Das Platin wird gewöhnlich mit Eisen verbunden angetroffen. Lewis versuchte diese beiden Metalle durch Schmelzen zu vereinigen, es glückte ihm nicht; wohl aber gelang es ihm Gußeisen und Platin zusammenzuschmelzen. Dieses Gemisch war ausnehmend hart, und besaß Dehnbarkeit.

Silber. 3. Die Versuche von Gellert haben gezeigt, daß sich Eisen und Silber mit einander verbinden \*\*): allein nach Morveau's Versuchen \*\*\*) trennen sich, wenn das

\*) Gellert.

\*\*) Metallurgische Chemie.

\*\*\*) Jour. de Phys. 1778.

Gemisch im Fluß erhalten wird, beide Metalle, und scheiden sich nach ihrem verschiedenen specifischen Gewichte in zwei ganz verschiedene Theile. Keiner derselben befindet sich aber in einem Zustande der völligen Reinheit. Das Silber enthält etwas Eisen, so daß der Magnet auf dasselbe wirkt. Coulomb hat ausgemittelt, daß die Menge des im Silber enthaltenen Eisens  $\frac{1}{320}$  der ganzen Masse betrage. Auf der andern Seite behält das Eisen ungefähr  $\frac{1}{80}$  Silber dem Gewichte nach, zurück; hiedurch erhält es eine ausnehmende Härte, und ein dichteres Gefüge als bei dem reinen Eisen der Fall ist \*\*\*).

Quecksüber. 4. Das Quecksilber äußert keine Einwirkung auf das Eisen, daher bewahrt man dasselbe häufig in eisernen Gefäßen auf. Herr Arthur Nikin hat aber doch kürzlich gezeigt, daß sich diese beiden Metalle mit einander verbinden lassen. Um ein Eisenamalgam zu erhalten, reibt er Eisen mit Zinkamalgam zusammen, und setzt zu der Mischung eine Auflösung des Eisens in Salzsäure. Durch Zusammenkneten und Erhitzen erhalten das Eisen und Quecksilber, welche sich allmählig mit einander verbinden, metallischen Glanz.

Kupfer. 5. Kupfer und Eisen lassen sich durch Schmelzen mit einander vereinigen, diese Verbindung ist jedoch mit vielen Schwierigkeiten verknüpft. Man hat von diesem Metallgemische keinen Gebrauch machen können. Es hat eine graue Farbe, wenig Dehnbarkeit, und ist strengflüssiger als Kupfer. Levasseur führt einige Bemerkungen an, aus denen hervorgeht, daß diejenige Varietät des Eisens welche darum rothbrüchiges Eisen genannt wird, weil sie, wenn sie

\*) Ann. de Chim. XLIII, 47.

rothglüht spröde ist, ihre Eigenheit zuweilen von der Gegenwart des Kupfers erhalte. Diese Varietät besitzt eine größere Zähigkeit als gewöhnliches Eisen, und taugt daher zu manchen Anwendungen besser. Man kann sie wenn sie weißglühet, hämmern. Sowie sie soweit abkühlt, daß sie braun wird, muß man mit dem Schmieden so lange inne halten, bis sie dunkel kirschbraun wird; dann kann man mit der Bearbeitung derselben so lange fortfahren, bis das Eisen gänzlich kalt ist \*).

Verwand. VI. Bergmann führt in folgender Ordnung  
schaften. die Verwandtschaften des Eisens und seiner Dryden  
gegen die andern Substanzen auf.

Eisen,	Dryde des Eisens,
Nickel.	Kleesäure.
Kobalt.	Weinsteinsäure.
Magnesium.	Kampfersäure **).
Arsenik.	Schwefelsäure.
Kupfer.	Milchzuckersäure.
Gold.	Salzsäure.
Silber.	Salpetersäure.
Zinn.	Phosphorsäure.
Antimonium.	Arseniksäure.
Platin.	Flußsäure.
Wismuth.	Bernsteinsäure.
Blei.	Zitronensäure.

Quecke

\*) Ann. de Chim. XLII, 185.

\*\*) Bonillon La Grange XXIII.

Quecksilber,

Milchsäure.

Essigsäure.

Boraxsäure.

Blausäure.

Kohlensäure.

## Siebenter Abschnitt.

Z i n n

I. Das Zinn muß gleichfalls den Metallen beigezählt werden, die von den frühesten Zeiten her den Menschen bekannt waren, die Phönicier holten es aus Spanien \*) und Britannien, mit welchen Ländern sie einen sehr einträglichen Handel führten. In welcher frühen Periode sie dieses Metall eingeführt haben müssen, ersieht man daraus, daß es zu Moses Zeiten allgemein im Gebrauche war \*\*).

Eigenschaft I. Dieses Metall hat eine schön silberweiße Farbe; wenn es nicht angelauten ist, ist sein Glanz sehr lebhaft. Es hat einen schwach unangenehmen Geschmack, und verbreitet wenn es gerieben wird, einen eigenthümlichen Geruch.

2. Seine Härte ist 6 \*\*\*). Sein specifisches Gewicht 7,291; nach dem Hämmern 7,299 †).

\*) Plin. Hist. nat. Lib. IV. cap. 34. et Lib. XXXIV. cap. 47.

\*\*\*) Vierte Buch Moses XXXI, 2.

\*\*\*\*) Kirwan's Mineral. II, 95.

†) Brisson.

3. Es läßt sich zu sehr dünnen Platten strecken. Die Zinnblättchen, oder wie man sie auch zu nennen pflegt, die Zinnfolie ist ungefähr  $\frac{1}{1000}$  eines Zolles dick, und man könnte dieses Metall zu noch einmal so dünnen Blättern schlagen, wenn es für die Anwendung nöthig wäre. Die Zähigkeit und Ziehbarkeit dieses Metalls sind ungleich geringer, als bei den im Vorhergehenden beschriebenen Metallen. Ein Zindrath von  $\frac{1}{12,6}$  Zoll im Durchmesser, kann nicht mehr als 31 Pfund, ohne zu zerreißen, tragen †). Zinn ist äußerst biegsam, und giebt, wenn es gebogen wird, einen eigenen knirschenden Ton von sich.

4. Erhitzt man es bis zu einer Temperatur von  $442^{\circ}$  \*\*) , so schmilzt es, es wird aber ein sehr hoher Feuergrad erfordert, um es zum Verdunsten zu bringen. Läßt man es langsam erkalten, so erhält man es in schiefwinklichen Prismen krystallisirt \*\*).

Oxyden. II. Setzt man es der Luft aus, so verliert es bald seinen Glanz, und nimmt eine grauweiße Farbe an; erleidet aber keine Veränderungen ferner. Auch wenn es unter kaltem Wasser aufbewahrt wird, wird es nicht merklich verändert, läßt man hingegen Wasserdämpfe über rothglühendes Zinn streichen, so wird das Wasser zersetzt, das Zinn wird oxydirt, und es entweicht Wasserstoffgas \*\*\*) .

Schmilzt man Zinn in offenen Gefäßen, so überzieht sich die Oberfläche des in Fluß stehenden Metalls bald mit

†) Muschenbröck.

\*) Crichton Phil. Mag. XV. 1717.

\*\*) Pajot Jour. de Phys. XXXVIII, 52.

\*\*\*) Bouillon la Grange Ann. de Chim. XXXV, 28.

einem grauen Pulver, das ein Dryde dieses Metalls ist. Führt man fort es zu erhitzen, so verändert sich die Farbe desselben allmählich, und wird zuletzt gelb. In diesem Zustande nennt man es Zinnasche, und bedient sich desselben zum Poliren der Spiegel, und anderer harten Körper. Erhitzt man das Zinn heftig in einem offenen Gefäß, so entzündet es sich, und wird in ein weißes Dryde verwandelt, das zuweilen krystallisirt.

Proust hat gezeigt, daß sich das Zinn mit zwei verschiedenen Antheilen Sauerstoff verbinden, und zwei verschiedene Dryden bilden könne, die man nach ihrer Farbe gelbes und weißes Dryde genannt hat \*).

Protodyde. 1. Das Protodyde des Zinns erhält man, wenn man das Metall unter einer Muffel unter beständigem Umrühren einem heftigen Feuer aussetzt. Auch dann wird dieses Dryde gebildet, wenn Zinn in verdünnter Salpetersäure ohne Mitwirkung der Hitze aufgelöst, und aus der Auflösung durch reines Kali gefällt wird, in diesem Falle ist aber das Dryde mit etwas Säure verbunden, und hat eine weiße Farbe. Hundert Theile dieses Dryde enthalten 20 Sauerstoff, 80 Zinn.

Perodyde. 2. Das Perodyde des Zinns wird dadurch bereitet, daß Zinn mit concentrirter Salpetersäure erhitzt wird. Es erfolgt ein lebhaftes Aufbrausen, und das ganze Zinn wird in ein weißes Pulver verwandelt, welches sich auf dem Boden des Gefäßes sammelt. Es bestehet aus ungefähr 28 Procent Sauerstoff und 72 Procent Zinn.

---

\*) Ann. de Chim. XXVIII, 213.

Verbindung III. Das Zinn vereinigt sich mit dem Schwefel und Phosphor, noch hat aber keine Verbindung mit brennbaren Substanzen. desselben mit dem Wasserstoff oder dem Kohlenstoff bewerkstelligt werden können.

Schwefelhaltiges Zinn. 1. Man erhält schwefelhaltiges Zinn, wenn Schwefel auf schmelzendes Zinn geworfen wird, oder wenn diese beiden Bestandtheile zusammengeschmolzen werden. Diese Zusammensetzung ist spröde, schwerer als Zinn, und strengflüssiger. Sie hat eine bläuliche Farbe, ein blättriches Gefüge, und kann krystallisiren. Nach Bergmann enthalten hundert Theile derselben 80 Theile Zinn, 20 Theile Schwefel; nach Pelletier 85 Zinn, 15 Schwefel \*).

Schwefelhaltiges Zinnoryde. 2. Werden gleiche Theile weißes Zinnoryde und Schwefel gemischt, und allmählich in einer Retorte erhitzt, so entweicht etwas Schwefel und schweflichte Säure; in der Retorte bleibt eine Substanz zurück, die aus 40 Procent Schwefel und 60 Procent weißem Zinnoryde besteht. Sonst wurde sie Musivgold (aurum musicum, musivum, mosaicum) genannt, jetzt führt sie den passenderen Namen, schwefelhaltiges Zinnoryde. Diese Zusammensetzung besteht aus goldfarbenen Schuppen, die ausnehmend leicht sind, und sich an die Haut anhängen. Ehemals bediente man sich eines sehr zusammengesetzten Verfahrens, um diese Zusammensetzung zu bereiten. Pelletier fand zuerst die eigentlichen Bestandtheile derselben, und wurde dadurch in den Stand gesetzt, zweckmäßigere Vorschriften zur Bereitung derselben zu ertheilen \*\*).

\*) Ann. de Chim. XIII, 287.

\*\*) Ann. de Chim. XIII, 280.

Phosphor-  
haltiges  
Zinn.

3. Das phosphorhaltige Zinn wird durch Zusammenschmelzen gleicher Theile Zinn und Phosphorglas erhalten. Das Zinn hat eine größere Verwandtschaft zum Sauerstoffe als der Phosphor. Ein Theil des Metalls verbindet sich daher mit dem Sauerstoffe des Phosphorglases, während dem Schmelzen, und entweicht als ein Dryde; der übrige Theil des Metalls verbindet sich mit dem Phosphor. Das phosphorhaltige Zinn läßt sich mit einem Messer schneiden; fletscht sich unter dem Hammer, trennt sich aber in Blätter. Auf dem frischen Schmitte hat es eine silberweiße Farbe; seine Feile ähnelt der des Bleies. Wirft man gefeiltes phosphorhaltiges Zinn auf glühende Kohlen, so entzündet sich der Phosphor. Auch dadurch, daß man Phosphor in kleinen Antheilen auf schmelzendes Zinn wirft, wird diese Zusammensetzung erhalten. Nach Pelletier, der alle die Verbindungen des Phosphors mit den Metallen versucht hat, bestehen hundert Theile des phosphorhaltigen Zinnes aus: 85 Zinn, 15 Phosphor \*). Auch Marggraf hat diese Zusammensetzung gemacht, allein das Verhältniß der Bestandtheile derselben nicht untersucht.

IV. Das Zinn verbindet sich weder mit dem Stickstoffe, noch mit der Salzsäure; ungeachtet es von der letztern in ein Dryde verwandelt wird.

Metallge-  
mische. V. Das Zinn vereinigt sich durch Zusammen-  
schmelzen mit den meisten Metallen, und einige dieser Zusammensetzungen sind von großem Nutzen. Die Mehrzahl derselben ist spröde. Die alten Metallurgen sahen es für eine Eigenthümlichkeit des Zinnes an, daß es andre

\*) Ann. de Chim. XIII, 116.

Metalle spröde mache, man nannte es daher Diabolus metallorum \*).

Verbindung des Zinnes mit Gold. 1. Das Zinn läßt sich durch Zusammenschmelzen leicht mit dem Golde vereinigen; doch ist das Verhältniß, in welchem sich diese Metalle chemisch verbinden, unbekannt. Schmilzt man einen Theil Zinn mit zwölf Theilen Gold zusammen, so ist das Gemisch spröde, hart, und hat keine schöne Farbe. Vier und zwanzig Theile Gold und ein Theil Zinn geben ein Gemisch von blasser Farbe, das härter als Gold, allein sehr streckbar ist. Gold, dem man nur  $\frac{1}{37}$  Zinn zugesetzt hat, wird nach Alchorne kaum in seinen Eigenschaften verändert \*\*); allein Lillet der dieses Gemisch später untersucht hat, fand, daß wenn dasselbe erhitzt wurde, es in Stücken brach. Es ist äußerst schwierig, diese beiden Metalle von einander zu trennen. Das beste Mittel ist noch dieses, daß man das Metallgemische mit schwefelhaltigem Antimonium schmilzt.

Sachett schmolz einen Theil Zinn mit zwölf Theilen Gold zusammen, er erhielt ein Metallgemisch von blasweißlich gelber Farbe und feinkörnigem Bruche. Es ließ sich zwischen Walzen strecken, riß aber endlich der Länge nach. Wird zu feinem Golde eine geringe Menge Zinn zugesetzt, so läßt sich die Mischung strecken und prägen. Die Versuche von Sachett bestätigen demnach die früheren von Alchorne. Wingley's Versuche über diesen Gegenstand zeigen, daß sowohl die Bemerkungen von Alchorne als die von Lillet richtig sind.

\*) Esmüllers Chemie S. 332.

\*\*\*) Alchorne Phil. Trans.

Mit Platin. 2. Das aus Zinn und Platin bestehende Metallgemisch ist sehr spröde, und sehr schmelzbar; vorzüglich dann, wenn beide Metalle zu gleichen Theilen genommen werden \*). Zwölf Theile Zinn und ein Theil Platin bilden ein Metallgemisch, das sehr streckbar ist, und an der Luft gelb wird.

Mit Silber. 3. Die Verbindung des Zinnes mit dem Silber ist sehr spröde, hart und dauerhaft. Beide Metalle lassen sich kaum durch die gewöhnlichen Verfahrensarten von einander trennen. Von diesem Gemische ist bisher noch keine Anwendung gemacht worden.

Mit Queck- 4. Das Quecksilber löst das Zinn begierig in  
silber. der Kälte auf, und beide Metalle lassen sich in jedem Verhältnisse mit einander vereinigen, wenn man das Quecksilber in das geschmolzene Zinn schüttet. Das aus drei Theilen Quecksilber und einem Theile Zinn bestehende Zinnamalgam, krystallisirt nach Daubenton in Würfeln; nach Sage in grauen glänzenden Blättern, die gegen den Rand dünner werden, und so aneinander gefügt sind, daß die zwischen ihnen statt findende Hohlungen, regelmäßige vielseitige Figuren bilden. Man bedient sich desselben um die Rückwand der Spiegel zu belegen.

Mit Kupfer. Das Zinn läßt sich sehr leicht mit dem Kupfer vereinigen, und giebt ein zu sehr vielen Anwendungen äußerst brauchbares Metallgemisch. Das Metall zu den Kanonen; das Glockenmetall; die Bronze; die Zusammensetzung zu den Spiegeln der Teleskope bestehet aus der Verbindung dieser Metalle, die in verschiedenen Verhältnissen vermischt werden.

\*) Dr. Lewis.

Der Zusatz von Zinn vermindert die Streckbarkeit des Kupfers, vermehrt aber seine Zähigkeit, Härte, Schmelzbarkeit und Klang. Das specifische Gewicht dieser Mischung ist größer als die mittlere Dichte beider Metalle. Aus den Versuchen von Briche geht hervor, daß diese Zunahme der Dichtigkeit mit der Menge des Zinnes wächst; und daß das specifische Gewicht, wenn das Gemisch 100 Theile Kupfer und 16 Theile Zinn enthält, ein Maximum sey, und 8,87 betrage. Das specifische Gewicht einer Mischung aus gleichen Theilen Zinn und Kupfer ist 8,79; nach der Rechnung könnte es nur 8 seyn, die Dichtigkeit ist demnach um 0,79 vergrößert worden \*). Will man beide Metalle sehr genau mit einander vermischen, so muß man sie lange Zeit im Fluß erhalten, und ununterbrochen umrühren, sonst sinkt der größere Theil des Kupfers zu Boden, und das Zinn sammelt sich auf der Oberfläche. Es werden zwei verschiedene Gemische gebildet; das eine bestehet aus der größten Menge Kupfer mit einer geringen Menge Zinn verbunden; das andre aus der größten Menge Zinn, die mit einem kleinen Quantum Kupfer vereinigt ist.

Erz. Die Bronze oder das Erz, und das Kanonen-Metall bestehen aus 6 bis 12 Theilen Zinn, und 100 Theilen Kupfer. Dieses Gemisch ist spröde, gelb, von größerem specifischen Gewichte, und ungleich zäher als Kupfer. Es ist ungleich leichtflüssiger, und wird weniger an der Luft verändert. Ehe man die Kunst das Eisen zu bearbeiten zu einem gewissen Grade der Vollkommenheit gebracht hatte, bediente man sich dieser Mischung zu den schneidenden Werkzeugen.

---

\*) Jour. de Min. An V. 881.

Das χαλκος der Griechen, und vielleicht auch das As der Römer waren nichts anders. Auch die Kupfermünzen der Alten enthalten eine Beimischung von Zinn \*).

**Glockenmetall.** Das Glockenmetall besteht gewöhnlich aus drei Theilen Kupfer, und einem Theile Zinn. Die Farbe desselben ist grauweiß; es ist sehr hart, klingend und elastisch. Gießt man auf die geschmolzene Mischung etwas Wasser, so läßt sich der größere Theil des Zinnes abscheiden. Das Zinn zerlegt das Wasser, dadurch wird es oxydirt, und auf die Oberfläche ausgestoßen \*\*).

\*) Jour. de Phys. 1799. Ueberhaupt bearbeiteten die Alten das Kupfer äußerst selten unvermischt. Alle kupferne Geräte, wenige römische Münzen ausgenommen, die aus dem Alterthume auf uns gekommen, und untersucht worden sind, sind nicht reines, sondern mit einer beträchtlichen Menge Zinn, oder Zink, auch wohl Blei vermischtes Kupfer. Die Menge des zugesetzten Zinnes fällt sehr verschieden aus, und scheint in den Grenzen von 0,04 und 0,13 als äußersten Punkten enthalten zu seyn. Die Absichten, welche die Alten durch diese Zusätze zu erreichen suchten, waren, das Kupfer leichtflüssiger und dadurch zur Bearbeitung geschickter und härter zu machen.

Anm. d. Uebers.

\*\*) Das Verfahren, dessen man sich mit Vortheil bedient hat, das Zinn und Kupfer aus dem Glockenmetall abzuscheiden, besteht darin, einen Theil des Glockenmetalles zu oxydiren, und diese oxydirte Portion mit einer andern im Fluß befindlichen des selben Metalls durch Umrühren zu vereinigen. Der Sauerstoff in dem Kupfer des oxydirten Metalls wirkt sich auf das in dem nicht oxydirten Metalle enthaltene Zinn, und das Kupfer, oder wenigstens der größte Theil dieses Metalls, wird vom Zinn abgeschieden, und befindet sich im metallischen Zustande. Durch dieses Verfahren erhält man ungefähr 50 bis 60 Procent des angewandten Materials; und außerdem eine beträchtliche Menge Schlacken, die aus oxydirtem Kupfer und Zinn bestehen.

**Spiegelmetall.** Die Masse zu den Spiegeln der Spiegel = Teleskope wird gewöhnlich durch Zusammenschmelzen dreier Theile Zinn und eines Theiles Kupfer bereitet. Dieses Gemisch ist sehr hart, es hat eine stahlgraue Farbe, und nimmt eine schöne Politur an. Außer dieser giebt es aber noch mehrere Zusammensetzungen die zu derselben Absicht gebraucht werden.

**Verzinnetes Kupfer.** Kupferne Geräthschaften, vorzüglich solche die man in der Küche braucht, werden mit einer dünnen Lage Zinn überzogen, um die Oxydation des Kupfers, so wie die Vermischung der Speisen mit diesem schädlichen Metalle zu verhindern. Dergleichen Gefäße werden *verzinnete Gefäße* genannt. Man kratzt die innere Fläche derselben mit einem eisernen Werkzeuge ab, und reibt sie mit Salmiak. Hierauf wird das Gefäß erhitzt, ein Stück Pech in dasselbe geworfen, und dieses so wie es geschmolzen ist, über die Oberfläche des Gefäßes verbreitet. Hierauf fährt man mit einem Stücke Zinn über das erhitzte Kupfer, das davon sogleich silberweiß wird. Die erwähnten Vorbereitungen sind nöthig, damit das Kupfer völlig rein und metallisch werde, denn das Zinn verbindet sich nicht mit dem Oxyde dieses Metalls. Die Lage Zinn welche das Kupfer bedeckt, ist ausnehmend dünn. W a y e n fand, daß eine kupferne Pfanne von neun Zoll im Durchmesser, und drei Zoll drei Linien Tiefe beim Verzinnen am Gewicht nur um 21 Gran

---

Ein Verfahren, mit größerem Vortheile das Zinn und Kupfer aus dem Glockenmetalle zu scheiden, beschreibt Anfrue. *Neues Journal der Chemie.* B. I. H. II. S. 213 ff.

Ann. d. Uebers.

zunahm \*). Man kennt auch bis jetzt kein Verfahren das Zinn dicker aufzutragen; zwar kann mehr Zinn dazu verwendet werden, allein eine mäßige Hitze schmilzt das Uebermaaß, und macht daß es herabfließt.

Zinn und Eisen. 6. Das Zinn verbindet sich nur schwer mit dem Eisen. Schmilzt man übrigens beide Metalle in einem wohl verschlossenen Schmelztiegel, so daß der Zutritt der äußern Luft ganz abgehalten wird, so vereinigen sie sich mit einander. Bergmann hat die genauesten Versuche über dieses Metallgemisch angestellt. Wurden beide Metalle mit einander geschmolzen, so bildeten sich stets zwei Metallgemische, das eine bestand aus 21 Theilen Zinn, und einem Theile Eisen; das andre aus zwei Theilen Eisen und einem Theile Zinn. Das erste ließ sich sehr gut strecken, war härter als Zinn, und nicht so glänzend, das andre war nur mäßig streckbar, und so hart, daß es keine Eindrücke vom Messer annahm \*\*).

Verzinntes Eisenblech. Die Bereitung des weißen Eisenbleches, (Weißbleches) zeigt hinreichend von der Verwandtschaft zwischen diesen beiden Metallen. Man verfertigt dasselbe, indem man Eisenbleche, die mit Sand abgeschleuert,

\*) Proust fand bei seinen neueren Versuchen über diesen Gegenstand (Noues allgemeines Journal der Chemie. B. III. S. II. S. 146 ff.), daß bei einer guten nicht überladenen Verzinnung nicht mehr als ein Gran Zinn auf den Quadratzoll erforderlich sey, und daß man als eine Mittelzahl  $1\frac{1}{2}$  Gran annehmen könne; daß ferner, um kupferne Gefäße mit dieser Decke zu überziehen, gegen  $1\frac{1}{2}$  Theile Zinn, welche sie aufnehmen, ein Verlust von  $2\frac{1}{2}$  Theilen Kupfer nach dem Mittelverhältniß statt finde.

Anm. d. Uebers.

\*\*\*) Bergman Opusc. III. pag. 471.

und vier und zwauzig Stunden in saurem Kleiwasser oder in durch Schwefelsäure säuerlich gemachtem Wasser gebeizt worden, in geschmolzenes Zinn taucht. Das Zinn bedeckt nicht allein die Oberfläche des Eisens, sondern durchdringt es völlig, und giebt dem Ganzen eine weiße Farbe.

Verwandtschaften. VI. Die Verwandtschaften des Zinnes und seiner Dryden stehen nach Bergmann in folgender Ordnung.

Zinn.	Dryde des Zinnes.
Zink.	Weinsteinsäure.
Quecksilber.	Salzsäure.
Kupfer.	Schwefelsäure.
Antimonium.	Kleesäure.
Gold.	Arseniksäure.
Silber.	Phosphorsäure.
Blei.	Salpetersäure.
Eisen.	Bernsteinsäure.
Magnesium.	Flußsäure.
Nickel.	Milchzuckersäure.
Arsenik.	Zitronensäure.
Platin.	Milchsäure.
Wismuth.	Essigsäure.
Kobalt.	Boraxsäure.
Schwefel.	Blausäure.

## Achter Abschnitt.

V o m B l e i .

I. Das Blei scheint in frühen Zeiten bekannt gewesen zu seyn. Mose<sup>s</sup> erwähnt desselben an mehreren Orten. Die Alten scheinen es für nahe verwandt mit dem Zinne gehalten zu haben.

Eigenschaft 1. Das Blei hat eine bläulich weiße Farbe; wenn es frisch geschmolzen ist, ist es sehr glänzend, es läuft aber an der Luft sehr bald an. Es hat fast gar keinen Geschmack, verbreitet aber, wenn es gerieben wird, einen eigenthümlichen Geruch. Es färbt die Finger und das Papier bläulich. Innerlich genommen wirkt es als ein Gift.

2. Seine Härte beträgt  $5\frac{1}{2}$ ; sein specifisches Gewicht 11,3523 \*). Letzteres wird durch Hämmern nicht vermehrt, auch wird es dadurch, wie es bei andern Metallen der Fall ist, nicht härter. Dieses dient zum Beweise, daß die Härte, welche die Metalle durch das Hämmern erhalten, eine Folge der Zunahme ihrer Dichtheit ist.

3. Es läßt sich sehr gut strecken, und läßt sich zu ganz dünnen Blättchen schlagen. Man kann es auch zu Drath ziehen, allein seine Ziehbarkeit ist nicht beträchtlich. Seine Zähigkeit ist so unbeträchtlich, daß ein Bleidrath, welcher  $\frac{1}{12,6}$  Zoll im Durchmesser hält, nur 18,4 Pfund ohne zu zerreißen tragen kann.

\*) Brisson.

4. Nach Newton kommt das Blei bei einer Temperatur von  $540^{\circ}$  Fahr. in Fluß; Morveau setzt hingegen den Schmelzpunkt desselben erst bei dem  $594^{\circ}$ . In einer sehr erhöhten Temperatur kocht und verdunstet dieses Metall. Läßt man es langsam erkalten, so krystallisirt es. Der Abt Mongez erhielt es in vierseitigen Pyramiden, die auf einer ihrer Seite lagen. Jede einzelne Pyramide schien aus drei verschiedenen Lagen zu bestehen. Pajot erhielt polyädrische Krystalle von zwei und dreißig Seiten, die durch das Zusammenstoßen von sechs vierseitigen Pyramiden gebildet wurden \*).

*Dryden.* II. An der Luft verliert dieses Metall seinen Glanz bald, nimmt zuerst eine schmutzig graue Farbe an, <sup>Einwirkung der Luft.</sup> und zuletzt wird seine Oberfläche beinahe weiß. Dieses rührt vom der allmählichen Verbindung des Metalls mit dem Sauerstoffe, und der dadurch bewirkten Drydation desselben her. Diese Umwandlung erfolgt aber ausnehmend langsam, indem die äußere in ein Dryde verwandelte Rinde des Metalls, den darunter liegenden Theil lange vor der Einwirkung der Luft schützt.

<sup>Wirkung des Wassers.</sup> Das Wasser äußert keine unmittelbare Wirkung auf das Blei, erleichtert aber die Wirkung der äußern Luft. Setzt man Blei der Luft aus, und benezt es beständig mit Wasser, so oxydirt es sich ungleich schneller, als es sonst der Fall seyn würde. Dieses ist der Grund von der weißen Kruste, die man in bleiernen zu Wasserbehältern bestimmten Gefäßen an der Stelle findet, wo die Oberfläche des Wassers mit der äußern Luft in Berührung kommt.

\*) Jour. de Phys. XXXVIII, 55.

Man kennt bis jetzt vier verschiedene Verbindungen des Bleies mit dem Sauerstoffe, von diesen sind aber einige noch nicht mit der gehdrigen Sorgfalt untersucht worden.

*Protoxyde.* Das Protoxyde oder erste Dryde des Bleies wird erhalten, wenn Blei in Salpetersäure aufgelöst, und die Krystalle welche diese (gehdrig concentrirte) Auflösung giebt, mit metallischem Blei gekocht werden. Durch dieses Verfahren erhält man schuppige glänzende Krystalle von gelber Farbe, welche sehr auflöslich in Wasser sind. Diese Krystalle bestehen aus dem Protoxyde des Bleies in Verbindung mit Salpetersäure. Das Protoxyde, dessen Eigenschaften noch nicht näher untersucht worden sind, läßt sich durch Kali fällen. Es enthält eine nur sehr geringe Menge Sauerstoff. Diese Bemerkungen rühren von Proust her \*).

2. Das Deutoxyde wird erhalten, wenn man Blei in Salpetersäure auflöst, und Kali in die Auflösung gießt. Es fällt ein gelbes Pulver zu Boden, welches das Deutoxyde des Bleies ist. Dieses Dryde enthält nach Proust im Hundert: 91 Blei und 9 Sauerstoff \*\*). Schmilzt man Blei in einem offenen Gefäße, so überzieht sich die Oberfläche des schmelzenden Metalls bald mit einem grauen Häutchen. Wird dieses hinweggenommen, so ersetzt ein neues Häutchen die Stelle von jenem. Setzt man diese Operation fort, so läßt sich das ganze Metall in diese Substanz verwandeln. Werden diese Häutchen in einem offenen Gefäße unter stetem Umrühren kurze Zeit erhitzt, so werden sie in ein grünlich graues Pulver verwandelt. Proust hat gezeigt, daß dieses Pulver

\*) Jour. de Phys. LVI, 206.

\*\*) Ebendasselbst.

eine Mischung aus dem Deutoxyde und etwas metallischem Blei sey. Die grüne Farbe rührt von der Mischung des grauen und blauen Pulvers her. Wird dieses Pulver noch einige Zeit in einem offenen Gefäß erhitzt, so absorbirt es eine größere Menge Sauerstoff, nimmt eine gelbe Farbe an, und ist dann im Handel unter dem Nahmen des *Massicot* bekannt. Die Ursache dieser Veränderung fällt in die Augen. Der metallische Theil des Pulvers absorbirt nach und nach Sauerstoff, und das Ganze wird dem zufolge in Deutoxyde verwandelt.

*Wleinweiß.* Setzt man dünne Bleiplatten den Dämpfen des erwärmten Weinessigs aus, so werden sie nach und nach zerfressen, und in ein schweres weißes Pulver verwandelt, welches als Mahlerfarbe gebraucht, und *Wleinweiß* genannt wird. Ehemals hielt man dieses Pulver für ein eigenthümliches Bleioxyde, allein jetzt weiß man, daß es eine Verbindung des Deutoxyde mit Kohlenensäure ist.

*Rothes Bleioxyde.* 3. Reibt man das *Massicot* zu einem feinen Pulver, und bringt man es in einen Ofen in dem die Flamme des Brennmaterials stets mit der Oberfläche, des Metalles in Berührung ist, die durch ununterbrochenes Umrühren der Masse immer erneuert wird, so verwandelt es sich nach ungefähr 48 Stunden in ein Bleioxyde von schön rother Farbe, das unter dem Nahmen der *Mennige* bekannt ist. Dieses Oxyde dessen man sich gleichfalls in der Mahlerei, und auch noch zu andern Zwecken bedient, ist das *Tritoxyde* oder *rothe Oxyde* des Bleies.

*Veroxyde.* 4. Wird rothes Bleioxyde mit Salpetersäure, deren specifisches Gewicht 1,260 ist, übergossen, so löset die Säure 185 Theile von demselben auf; allein 15 Theile  
bleiben

bleiben als ein schwarzes oder vielmehr dunkelbraunes Pulver zurück. Dieses ist das Peroxyde oder braune Dryde des Bleies welches Scheele zuerst entdeckt hat. Die vorzüglichste Methode es zu bereiten ist die, welche Proust zuerst angegeben, und Bauquelin nachmals verbessert hat. Man schüttet rothes Bleioxyde in ein Gefäß, das zum Theil mit Wasser angefüllt ist, und läßt gasförmige oxydirte Salzsäure hindurchgehen. Das Dryde nimmt eine immer dunklere Farbe an, und wird zuletzt aufgelöst. Man schüttet hierauf Kali in die Auflösung, worauf das braune Bleioxyde zu Boden fällt. Durch dieses Verfahren erhält man aus 100 Theilen des rothen Dryde, die man zu dem Versuche genommen, 68 Theile braunes Dryde \*). Hundert Theile desselben enthalten 79 Blei und 21 Sauerstoff. Es hat eine glänzende strohbraune Farbe. Beim Erhitzen entweicht Sauerstoffgas, das Dryde wird gelb, und schmilzt zu einer Art Glase. Reibt man es in einem Mörser mit Schwefel zusammen, so entzündet sich dieser, und brennt mit glänzender Flamme. Erhitzt man es auf glühenden Kohlen, so wird das Blei reducirt.

Alle Bleioxyden lassen sich leicht in Glas verwandeln; in diesem Zustande oxydiren sie sich, und verbinden sich, mit Ausnahme des Goldes, Platins und Silbers, mit beinahe Kupellation. allen Metallen. Aus diesem Grunde kann man sich des Bleies mit Vortheil bedienen, Gold und Silber von andern Metallen, mit denen sie häufig verunreinigt sind, zu trennen. Das zu reinigende Gold oder Silber werden mit Blei zusammengeschmolzen, und einige Zeit in einer flachen Schaa-

\*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. IV, 91.

le, welche aus ausgelaugter Weinasche oder Holzasche verfertigt, und Kupelle genannt wird, einige Zeit im Fluß erhalten. Das Blei wird allmählig verglaset, und von der Kupelle, in Verbindung mit denen Metallen, welche dem Golde oder Silber beigemischt waren, eingesogen; so daß letztere Metalle rein in der Kupelle zurückbleiben. Diese Operation wird die Kupellation genannt. Das hierzu angewandte Blei wird in dem Zustande, in welchen es durch die Bleiglätte Kupellation versetzt worden, Bleiglätte genannt. Sie ist eine halbverglasete Substanz, die aus Schuppen bestehet, eine hochrothe Farbe hat, und ein Bleioxyde ist, das mehr oder weniger mit fremdartigen Metallen verunreiniget ist. Die beste Bleiglätte erhält man, wenn Blei an und für sich oxydirt, und so lange der Hitze ausgesetzt wird, bis das Oxyde schmilzt. Je größer die Hitze beim Schmelzen wird, um so weißer wird die Bleiglätte \*).

Verbindung III. Noch hat man das Blei weder mit Kohle mit brennbaren Körpern. noch mit Wasserstoff verbinden können; mit Schwefel und Phosphor geht es aber leicht eine Vereinigung ein.

I. Man erhält schwefelhaltiges Blei, wenn man entweder diese beiden Bestandtheile schichtenweise in einen Schmelztiegel einträgt und zusammenschmilzt, oder wenn man Schwefel nach und nach auf schmelzendes Blei wirft. Das schwefelhaltige Blei ist spröde, glänzend, von dunkel blaugrauer Farbe, und weit leichtflüssiger als Blei. Man trifft

---

\*) Einige Verbesserungen in der Methode, Silber von Blei durch die Kupellation zu scheiden, hat Duhamel in einer Abhandlung, die im dritten Bande der Memoires de l'Institut pag. 306. enthalten ist, angegeben.

diese Verbindung häufig in der Natur an, wo sie gewöhnlich in Würfeln krystallisirt vorkommt. Das natürliche schwefelhaltige Blei wird Bleiglanz genannt. Nach Wenzel bestehet diese Zusammensetzung aus 86,8 Blei und 13,2 Schwefel \*).

Phosphorhaltiges Blei. 2. Durch Schmelzen von gleichen Theilen Phosphorglas und Bleiseile läßt sich eine Verbindung des Bleies mit dem Phosphor bewerkstelligen. Das phosphorhaltige Blei läßt sich mit einem Messer schneiden, trennt sich aber beim Hämmern in Platten. Es hat eine silberweiße Farbe mit einem Stich ins Blaue, läuft aber an der Luft bald an. Auch dadurch, daß man in Stücke geschnittenen Phosphor auf geschmolzenes Blei wirft, wird diese Zusammensetzung hervorgebracht. Sie bestehet aus 22 Theilen Phosphor und 88 Theilen Blei \*\*).

IV. Das Blei verbindet sich nicht mit dem Stickgas. Die Salzsäure zerfrißt dasselbe allmählich, und verwandelt es in ein weißes Dryde.

V. Das Blei läßt sich mit den meisten Metallen zusammenschmelzen.

1. Es läßt sich durch Schmelzen leicht mit dem Golde verbinden. Die Farbe des Goldes leidet darunter, und seine Ziehbarkeit wird vermindert. Diese Mischung gewährt keinen Nutzen; wird aber oft bei der Reinigung des Goldes durch die Kupellation erhalten. H a t c h e t t schmolz einen Theil Blei mit zwölf Theilen Gold zusammen, das Gemisch hatte die Farbe des Goldes, war aber etwas blässer. Es war so

\*) Lehre von der Verw. S. 394.

\*\*\*) Pelletier Ann. de Chim. XIII, 114.

spröde als Glas. Es hatte ein feines Korn von bräunlicher Farbe, das dem Porcellan ähnelte. Schon  $\frac{1}{1920}$  Blei zerstört die Dehnbarkeit des Goldes. Wird Blei in der Nähe des Goldes im Fluß erhalten, so verbindet sich ein Theil desselben damit, und zerstört die Dehnbarkeit des Goldes.

Platin. 2. Platin und Blei verbinden sich bei einer sehr erhöhten Temperatur; das Gemisch ist spröde, von Purpurfarbe, verändert sich aber bald an der Luft. Man hat mit diesem Metallgemische mehrere Versuche gemacht, um wo möglich das Platin durch Kupellation (so wie Gold und Silber) von andern Metallen zu befreien; allein diese Versuche wurden keinesweges von einem erwünschten Erfolge begleitet, da das Platin einen weit höhern Feuergrad, um im Fluß erhalten zu werden, erfordert, als gewöhnlich angewendet werden kann.

Silber. 3. Man verbindet das Silber der Kupellation wegen häufig mit dem Blei. Dieses Gemisch ist sehr schmelzbar, ungleich weicher als Silber, und steht in Ansehung der Zähigkeit, Elasticität und des Klanges dem Silber nach. Die Farbe desselben nähert sich sehr der des Bleies, sein specifisches Gewicht ist größer, als die Rechnung angiebt.

Quecksilber. 4. Das Quecksilber läßt sich mit dem Blei leicht in jedem Verhältnisse dadurch vereinigen, daß man entweder Bleifeile mit Quecksilber zusammenreibt, oder ersteres auf schmelzendes Blei schüttet. Das Amalgam ist weiß und glänzend, und wenn man eine hinreichende Menge Blei nimmt, so erhält man es in einem festen Zustande. Es ist der Krystallisation fähig. Die Krystalle bestehen aus einem Theile Blei und anderthalb Theilen Quecksilber \*).

---

\*) Die Dijoner Akademisten.

**Kupfer.** 5. Kupfer und Blei gehen durch Schmelzen leicht eine Verbindung mit einander ein. Waltet das Blei vor, so ist die Farbe des Gemisches grau und in der Kälte dehnbar, in der Hitze hingegen spröde. Man bedient sich dieses Gemisches zuweilen um Lettern für sehr große Schriftzüge daraus zu machen \*).

**Eisen.** 6. Man wäunte sonst, daß sich Eisen und Blei nicht verbinden lassen; allein die Versuche von Morveau haben gezeigt, daß man durch das Zusammenschmelzen dieser Metalle, zwei verschiedene Metallgemische erhalte. Auf dem Boden des Gefäßes findet man ein Korn, das aus Blei und einer nur geringen Menge Eisen bestehet; über diesem ein anderes aus Eisen mit einer sehr geringen Menge Blei \*\*).

**Zinn.** 7. Blei und Zinn lassen sich durch Schmelzen in jedem Verhältnisse mit einander verbinden. Dieses Gemisch ist härter, und ungleich zäher als Zinn. Muschenbroëk bemerkt, daß diese Eigenschaften ein Maximum sind, wenn das Gemisch aus drei Theilen Zinn und einem Theile Blei bestehet. Das sogenannte Pfundzinn (ley-pewter) ist gleichfalls eine Mischung aus Blei und Zinn. Auch Zinnfolie bestehet häufig aus einem Gemische dieser beiden Metalle. Die Mischung welche aus zwei Theilen Blei und einem Theile

---

\*) Fourcroy Syst. de Connoiss. Chim. IV, 266. Cavendish und Hatchett haben kürzlich gezeigt, daß man sich nur dann des Kupfers zum Ligiren des Goldes bedienen könne, wenn ersteres ganz frei von Blei ist. Die geringste Menge von letzterem, wenn sie auch so unbedeutend ist, daß sie nicht auf das Kupfer wirkt, verursacht eine beträchtliche Veränderung in der Dehnbarkeit des Goldes.

\*\*\*) Ann. de Chim. LXIII, 17.

Zinn bestehet, ist weit leichtflüssiger als jedes dieser Metalle einzeln genommne. Die Zinngießer bedienen sich daher desselben zum Löthen.

Verwandschaften. VI. Die Verwandtschaften des Bleies und seiner  
Verwandschaften. Dryden sind folgende.

Blei.	Dryde des Bleies.
Gold.	Schwefelsäure.
Silber.	Milchzuckersäure.
Kupfer.	Kleesäure.
Quecksilber.	Arseniksäure.
Wismuth.	Weinsteinsäure.
Zinn.	Salzsäure.
Platin.	Phosphorsäure.
Arsenik.	Schweflichte Säure.
Zink.	Korksäure.
Nickel.	Salpetersäure.
Eisen.	Flußsäure.
Schwefel.	Zitronensäure.
	Milchsäure.
	Essigsäure.
	Boraxsäure.
	Blausäure.
	Kohlensäure.

Die Alten gaben den sieben zuletzt beschriebenen Metallen (mit Ausschluß des Platins, welches ihnen unbekannt war) die Nahmen der Planeten, und bezeichneten jedes derselben mit einem eigenthümlichen Zeichen, welches sowohl den Planeten, als das Metall andeutete.

Namen und Zeichen, die von den Alten den Metallen gegeben worden.	Das Gold war die Sonne, und wurde dargestellt durch das Zeichen . . . . .	☉
	Das Silber war der Mond . . . . .	☾
	Das Quecksilber war der Mercurius . . . . .	☿
	Das Kupfer war die Venus . . . . .	♀
	Das Eisen war der Mars . . . . .	♂
	Das Zinn war der Jupiter . . . . .	♃
	Das Blei war der Saturn . . . . .	♄

Es ist äußerst wahrscheinlich, daß diese Nahmen zuerst den Planeten ertheilt wurden; und daß man wähnte die sieben Metalle — die einzigen welche den Alten bekannt waren, ständen mit den Planeten, oder den Gottheiten welche dieselbe bewohnten in einer Beziehung, da die Zahl beider die nehmliche war. Aus einer Stelle des *Drigene's* geht hervor, daß diese Nahmen zuerst bei den Persern gebraucht wurden \*). Warum jedes eigenthümliche Metall nach einem eig-

\*) *Contra Celsum. Lib. VI, 22.* — *Celsus de quibusdam Persarum mysteriis sermonem facit. Harum rerum, inquit, aliquod reperitur in Persarum doctrina Mithracisque eorum mysteriis vastigium. In illis enim duae coelestes conversiones, alia stellarum fixarum, errantium alia, et animae per eas transitus quodam symbolo repraesentantur quod hujusmodi est. Scala altis portas habens, in summa autem octava porta. Prima Portarum plumbea, altera stannea, tertia, ex aëre, quarta ferrea, quinta ex aëre mixto, sexta argentea, septima ex auro. Κλιμαξ ὑψιπυλος, ἐπι δ' αἰτη πυλη οὐδοῦ. Ἡ πρώτη τῶν πυλῶν μολιβδαίου, ἡ δευτέρα κασσιτεροῦ, ἡ τρίτη χαλκοῦ, ἡ τέταρτη σιδήρου, ἡ πέμπτη καρατοῦ νομισματοῦ, ἡ ἕκτη ἀργυροῦ, χρυσοῦ δ' ἑσθροῦ.* Primum assignant Saturno tarditatem illius sideris plumbo indicantes: alteram Veneri, quam referunt ut ipsi quidem putant, stanni splendor et mollities; tertiam

nen Planeten benannt wurde, ist schwer einzusehen. Man hat hierüber genug Vermuthungen gewagt; allein keine derselben ist befriedigend.

Vermuthungen über ihren Ursprung. Was die Zeichen betrifft, mit welchen die Metalle bezeichnet worden, so scheint es, als wenn die Astrologen sie für die Attribute der Gottheiten desselben Namens gehalten hätten. Der Zirkel war in den frühesten Zeiten bei den Egyptern, das Zeichen der Göttlichkeit und Vollkommenheit; er wurde wie es scheint zu gleicher Zeit zum Zeichen für die Sonne gebraucht. Ein nicht unpassendes Bild, vorzüglich wenn man den Umfang desselben mit kleinen Strichen besetzte, welche eine Vorstellung von der Aussendung der Lichtstrahlen geben konnten. Der Halbzirkel ist eben so das Bild des Mondes, des einzigen unter den

Jovi, aheneam illam quidem et solidam: quartam Mercurio, quia Mercurius et ferrum, uterque operum omnium tolerantes, et mercaturam utiles, laborum patientissimi. Marti quintam, inaequalem illam et variam propter mixturam. Sextam quae argentea est lunae; septimam auream soli tribuunt, quia solis et lunae colores haec duo metalla referunt.

Borrichius vermuthet und unterstützt seine Vermuthung durch sehr wahrscheinliche Gründe, daß die Namen der Gottheiten in dieser Stelle von den Abschreibern entweder aus Unwissenheit oder Absicht versezt worden sind. Er schlägt folgende Lesart vor: „Secundam portam faciunt Jovis, comparantes „ei stanni splendorem et mollitiem, tertiam Veneris aera- „tam et solidam; quartam Martis, est enim laborum patiens, „aeque ac ferrum, celebratus hominibus; quintam Mercu- „rii propter misturam inaequalem ac variam, et quia nego- „tiator est; sextam Lunae argenteam; septimam solis auream. *Olaus Borrichius de ortu et progressu Chemicæ. Hafniae 1668. 4to pag. 29.*

himmlischen Körpern, welcher dem unbewafneten Auge in dieser Gestalt erscheint. Das Zeichen ♄ soll die Sichel des Saturns andeuten; ♃ die Donnerkeile des Jupiters; ♀ die Lanze des Mars zugleich mit dem Schilde, ♀ den Spiegel der Venus, und ♀ den Schlangenstab Merkurs.

Die Alchemisten hingegen geben eine ganz andre Erklärung von diesen Zeichen. Gold war das vollkommenste Metall, und wurde daher mit einem Zirkel bezeichnet. Das Silber näherte sich dem Golde am meisten, da es ihm aber doch im Range nachstehet, so wurde zu seiner Bezeichnung nur ein Halbzirkel gewählt. In dem Zeichen ♁ fanden die Adepten das Zeichen des Goldes mit der Farbe des Silbers, das Kreuz am Ende des Zeichens, drückte ein geheimnißvolles Etwas aus, ohne welches das Quecksilber Silber oder Gold seyn würde. Dieses Etwas ist auch im Kupfer enthalten, die mögliche Umwandlung desselben in Gold drückt das Zeichen ♁ aus, das Zeichen ♃ giebt dieselbe ehrenvolle Verwandtschaft zu erkennen, ungeachtet der Halbzirkel sich auf eine verstecktere Art daran befindet, denn nach der richtigsten Art dieses Zeichen zu schreiben, muß der Punkt an der Spitze fehlen, oder um es richtiger auszudrücken, die aufrechtstehende Linie muß die Querlinie nur berühren, nicht aber durchschneiden. Das philosophische Gold liegt im Stahle verborgen, aus diesem Grunde liefert derselbe so heilsame Arzneien. Vom Zinne ist die eine Hälfte Silber, die andere enthält das unbekante Etwas, aus diesem Grunde ist der halbe Mond mit dem Kreuze in dem Zeichen ♁ zusammengesetzt. Im Blei ist das Etwas vorwaltend, und es findet bei ihm eine Aehnlichkeit mit dem Silber statt. Daher stehet in dem dieses Metall bezeichnenden Zeichen, das Kreuz

oben, und das Zeichen des Silbers ist ihm nur rechter Hand angehängt.

Professor Beckmann hingegen, welcher diesen Gegenstand mit vieler Sorgfalt untersucht hat, findet, daß diese Zeichen Abkürzungen der ältern Nahmen der Planeten sind. Das Zeichen des Mars drückte (ihm zufolge) nach der ältesten Art es darzustellen, eine Abkürzung des Wortes *Μαρς* aus; mit welchem die Griechischen Mathematiker diese Gottheit bezeichneten, oder mit andern Worten den ersten Buchstaben *Μ* mit dem letzten *ς* der über diesen gestellt worden. Das Zeichen des Jupiters war ursprünglich der Anfangsbuchstabe von *Ζευς*; und in den ältesten Manuscripten von den mathematischen und astrologischen Werken des Julius Firmicus, wird nur der Anfangsbuchstabe *Ζ* gebraucht, dem in der Folge der Buchstabe *ς* am Ende angehängt wurde, um die Abkürzung bemerklicher zu machen. Der sogenannte Spiegel der Venus ist nichts anders, als der etwas verunstaltete Anfangsbuchstabe des Wortes *Φωσφορος* den man ehemals dieser Göttin gab. Die Sichel des Saturns wurde allmählich aus den beiden ersten Buchstaben des Wortes *Κρονος* gebildet, das die Abschreiber der Kürze und Bequemlichkeit wegen, mehr zusammenzogen, aber dadurch auch undeutlicher ausdrückten. Um in dem Anfangsbuchstaben des Wortes *Στιλβων* den Schlangenstab Merkurs aufzufinden, braucht man nur auf die Abkürzungen die in den alten Manuscripten vorkommen, Acht zu geben. In diesen findet man für *Σ* das Zeichen *C*, überdies setzten die Abschreiber um diese Abkürzung von andern zu unterscheiden das *C* folgendermaßen C, und schrieben unter dasselbe den nächsten Buchstaben *τ*. Diejenigen welchen diese Ableitung unwahrscheinlich vorkommt,

dürfen nur die griechischen Abbreviationen betrachten, und sie werden mehrere finden, die sich von der ursprünglichen Bezeichnung noch mehr entfernen, als das Zeichen  $\text{S}$  von den beiden verbundenen Zeichen  $\text{O}$  und  $\text{r}$ . Es ist auch möglich, daß spätere Abschreiber, unbekannt mit dem Ursprunge dieser Abkürzung, ihr eine noch größere Ähnlichkeit mit dem Schlangenstab Merkurs gegeben haben. Kurz es kann nicht geleugnet werden, daß manche andre astronomische Zeichen wirkliche Symbole, oder eine eigne Art von Hieroglyphen sind, die gewisse Attribute oder Umstände wie die Zeichen des Widbers, Löwen und andre welche Salmasius anführt, vorstellen.

### Neunter Abschnitt.

S o m m e r i c k e l.

Geschichte. I. Man findet in verschiedenen Gegenden Deutschlands ein schweres Fossil von röthlich brauner Farbe, die mit der des Kupfers einige Ähnlichkeit hat. An der Luft verliert es allmählich seinen Glanz, wird zuerst bräunlich, und bekommt zuletzt grüne Flecken. Anfänglich hielt man es für ein Kupfererz; da aber aller Bemühungen ungeachtet, kein Kupfer aus demselben erhalten wurde, so gab man ihm den Namen Kupfernickel, der so viel bedeutet, als Kupferträgerling. Hierne, welchen man als den Vater der schwedischen Chemisten betrachten kann, war der erste, welcher dieses Minerals Erwähnung thut. In einem im Jahre 1694 von ihm herausgegebenen Buche, über die Kunst Metalle zu entdecken, liefert er eine Beschreibung desselben. Die Mine-

ralogen führten es alle unter den Kupfererzen auf, bis Cronstedt eine Untersuchung desselben lieferte. Er schloß aus seinen Versuchen, die er in den Abhandlungen der schwedischen Akademie vom Jahre 1751 und 1754 bekannt machte, daß in ihm ein neues Metall enthalten sey, dem er den Nahmen Nickel gab.

Ihm stimmten alle schwedische Chemisten, überhaupt der größte Theil der Naturforscher bei. Einige aber, vorzüglich Sage und Monnet, läugneten, daß dieses Fossil ein neues Metall enthalte, sondern erklärten es für eine Zusammensetzung mehrerer bekannten Metalle, die sich nur durch die gewöhnlichen Verfahungsarten nicht aufheben lasse; diese Behauptungen veranlaßten Bergmann, eine Reihe mühsamer Versuche anzustellen, um wo möglich das Nickel rein darzustellen; denn Cronstedt war nicht im Stande gewesen, einen Theil Arsenik, Kobalt und Eisen, welcher mit demselben verbunden war, abzuscheiden. Diese Versuche, welche im Jahre 1775 \*) bekannt gemacht wurden, bestätigten Cronstedt's Behauptungen vollkommen. Bergmann zeigte, daß das Nickel eigenthümliche Eigenschaften besitze, daß es in kein ander Metall verwandelt, und auch nicht künstlich durch Verbindung andrer Metalle dargestellt werden könne. Man muß es mithin für ein eigenthümliches Metall erklären \*\*).

Es ist möglich, daß das Nickel eine Zusammensetzung ist, dieses kann auch der Fall mit mehreren andren Metallen seyn; wir müssen aber jede Substanz für eine eigenthümliche halten,

\*) Bergmanni Opusc. II, pag. 231.

\*\*) Man sehe Proust Jour. de Phys. LVII, 169 etc.

welche eigenthümliche Eigenschaften besitzt, und müssen sie als einfach ansehen, bis wirkliche Beweise vorhanden sind, daß sie zusammengesetzt sey; sonst verlassen wir den Weg der Wissenschaft, und verirren uns in dem Gebiete der Einbildungen und Dichtungen. Sollten aber noch einige Zweifel obwalten, so werden sie durch die neuesten Versuche, welche in der Ecole de Mines zu Paris angestellt worden, durch die Bergmann's Versuche auf das vollkommenste bestätigt werden, gänzlich gehoben.

Eigenschaft. I. Vollkommen reines Nickel hat eine schön weiße  
ten. dem Silber ähnliche Farbe, und läßt gleich diesem Metalle einen weißen Strich zurück, wenn es auf der Oberfläche eines harten Steines gerieben wird \*).

Seine Härte ist  $8\frac{1}{2}$ , so daß es weicher als Eisen ist. Sein specifisches Gewicht beträgt 9 (\*\*).

Seine Streckbarkeit in der Kälte übertrifft die des Eisens; es läßt sich nicht erhitzen, ohne daß es zugleich oxydirt wird, dadurch wird aber zugleich seine Sprödigkeit vermehrt (\*\*).

Von dem Magnete wird das Nickel eben so stark als das Eisen angezogen; man kann demselben Polarität und Anziehungskraft, wie dem Magnete, ertheilen; eine aus Nickel gefertigte Nadel, die man magnetisch gemacht, und welche sich frei bewegen kann, zeigt eben so wie eine gewöhnliche

\*) Das Verfahren, die Metalle aus ihren Erzen im Zustande der Reinheit darzustellen, wird im zweiten Theile dieses Werkes gelehrt werden.

\*\*) Fourcroy Syst. de Connois. chim. Discours preliminaire pag. 117.

\*\*\*) Ibid.

Magnetnadel mit dem einen Ende Norden, mit dem andern Süden \*).

Zum Schmelzen des Nickels ist eine Temperatur von wenigstens  $150^{\circ}$  nach Wedgwoods Pyrometer erforderlich \*\*). Bis jetzt hat man noch nicht die Krystallisation desselben bewirken können \*\*\*).

Oxyden. II. Wird dieses Metall unter dem Zutritte der Luft erhitzt, so verbindet es sich mit dem Sauerstoffe, und nimmt eine grüne Farbe an; fährt man fort, das grüne

\*) Bergmann, Klaproth, Fourcroy am angeführten Orte. — Chenevir kündigte ein Verfahren an, Nickel zu bereiten, der nicht magnetisch wäre, er fand aber nachher, daß dieses daher rühre, weil es noch mit Arsenik verunreinigt war.

\*\*) Bergmanni Opusc. II, p. 269.

\*\*\*) Richter hat im neuen allgemeinen Journal der Chemie B. III. H. III. S. 244 ff. und H. IV. S. 444. folgende Eigenschaften vom absolut reinen Nickel angegeben.

1) Die Farbe dieses Metalls hält das Mittel zwischen Silber und reinem Zinne.

2. Es leidet durch die vereinte Wirkung der atmosphärischen Luft und des in ihr enthaltenen Wassers keine Veränderung.

3. Es ist vollkommen dehnbar; läßt sich nicht nur glühend zu Stäben, sondern auch kalt unter dem Ambos zu sehr dünnen Platten strecken, deren Dicke geringer als  $\frac{1}{100}$  eines rheinl. Zolles ist.

4. Das spezifische Gewicht des geschmolzenen Nickels beträgt 8,279; das des geschmiedeten 8,666.

5. Er läßt sich zu Drathe ziehen, der  $\frac{3}{5}$  Zoll im Durchmesser hat.

6. In Ansehung der Strengflüssigkeit scheint das Nickel, wenn auch das Magnesium nicht zu übertreffen, doch ihm auch nicht nachzustehen.

7. Die Wirkung des Magnets auf das Nickel giebt derjenigen auf das Eisen nur wenig nach. Er kann ferner durch bloßes Streichen mit einem Magnete; als zum Theil schon, durch das bloße Hämmern und Feilen, wenn diese mit den der magnete-

Dryde zu erhitzen, so erhält es einen Stich ins Purpurrothe \*). Das Nickeloxyde bestehet nach Klaproth aus 77 Procent Nickel und 33 Procent Sauerstoff \*\*).

Verbindung III. Das Nickel hat sich bis jetzt weder mit der  
mit brenn: Kohle noch mit dem Wasserstoffe verbinden lassen;  
baren Sub: stenzen. allein es verbindet sich leicht mit dem Schwefel  
und Phosphor.

tischen Kraft günstigen Umständen verbunden sind, selbst magnetisch werden und Polarität erhalten.

Die Fähigkeit des Magnetismus behält das Nickel auch bei der Legirung mit Kupfer, nur wird sie durch diesen Zusatz geschwächt. Eine Beimischung von Arsenik vertilgt die magnetischen Eigenschaften des Nickels gänzlich. Anm. d. Uebers.

\*) Fourcroy, Discours prelim. p. 117.

\*\*) Klaproth's Beiträge. B. II. S. 142. Nach Buchholz scheint das Nickelmetall zwei verschiedene Grade der Oxydation einzugehen. Wurde das grüne Nickeloxyde geglüheth, so entwickelt sich Sauerstoffgas, und die grüne Farbe desselben ging in eine graue über. Auch in Rücksicht des chemischen Verhaltens fand bei beiden ein Unterschied statt. Das nicht geglühete Nickeloxyde ist im kohlensauren Ammonium auflöslich, das durch Glühen veränderte Oxyde hingegen wird weder vom kohlensauren noch reinen Ammonium aufgelöst. Allg. Jour. der Chemie. B. II. H. III. S. 202 ff.

Richter fand (Ebend. B. III. H. III. S. 254.), daß in einer angemessenen hohen Temperatur das Nickeloxyde sich ohne Zusatz irgend eines brennbaren Stoffes reduciren ließ, und daß bloß die Strengflüssigkeit dieses Metalles Ursache sey, daß die Reduktion auf diesem Wege, wodurch das Nickel zugleich vollkommen gereinigt wird, so vielen Schwierigkeiten unterworfen sey.

Da ferner beim Glühen des Nickels nicht sowohl eine Oxydation, sondern vielmehr ein stärkeres Mattwerden des Metalles, wie beim Golde, Platin, Silber statt findet, so ist Richter aus diesem und dem kurz vorher angeführten Umstande geneigt, das Nickel nicht allein für ein vollkommenes, sondern für ein sogenanntes edles Metall zu erklären. Anm. d. Uebers.

Cronstedt fand, daß sich die Verbindung des Schwefels mit dem Nickel leicht durch Schmelzen bewirken lasse. Das schwefelhaltige Nickel, welches er erhielt, war gelb und hart, mit kleinen glänzenden Flächen, allein das Nickel, dessen er sich zu seinen Versuchen bediente, war unrein.

Man erhält phosphorhaltiges Nickel, wenn man entweder Nickel mit Phosphorglas zusammenschmilzt, oder Phosphor auf rothglühendes Nickel wirft. Es hat eine weiße Farbe; auf dem Bruche scheint er aus sehr dünnen Prismen zusammengesetzt. Erhitzt man diese Zusammensetzung, so verbrennt der Phosphor, und das Metall wird oxydirt. Sie bestehet aus 83 Procent Nickel und 17 Procent Phosphor \*). Der Nickel der zu diesem Versuche angewendet wurde, war übrigens unrein.

IV. Der Stickstoff wirkt auf das Nickel nicht, auch verbindet es sich nicht mit der Salzsäure.

V. Man kennt die Verbindungen welche das Metallge- mische. Nickel mit andern Metallen eingehet, nur sehr unvollkommen.

Natthett schmolz einen Theil Nickel, mit 16 Theilen Gold zusammen, er erhielt ein Metallgemisch von Messingfarbe, das spröde war, und einen grobkörnigen Bruch hatte. Betrug die Menge des Nickels nur  $\frac{1}{28}$  des Ganzen, so war das Gemisch immer noch spröde, nahm man  $\frac{1}{8}$  Nickel gegen einen Theil Gold, so verschwand die Sprödigkeit beinahe gänzlich, machte das Nickel nur  $\frac{1}{30}$  aus, so war das Gemisch streckbar.

Mit Kupfer bildet das Nickel ein weißes, hartes, sprödes

\*) Pelletier Ann. de Chim. XIII, 135.

des Gemisch, das an der Luft leicht oxydirt wird; mit Eisen verbindet es sich sehr leicht, und bildet ein Gemisch dessen Eigenschaften noch nicht gehdrig untersucht worden sind; mit Zinn liefert das Nickel eine weiße, harte, spröde Masse, die wenn sie erhitzt wird, sich aufbläht, mit Blei geht es nur schwer eine Vereinigung ein; mit Silber und Quecksilber gar nicht. Noch hat man nicht versucht, es mit dem Platin zu verbinden \*).

VI. Die Verwandtschaften des Nickels und seiner Oxyden bestimmt Bergmann folgendermaßen.

## Nickel.

## Oxyde des Nickels.

Eisen.

Kleesäure.

Kobalt.

Salzsäure.

Arsenik.

Schwefelsäure.

Kupfer.

Weinsteinsäure.

Gold.

Salpetersäure.

Zinn.

Phosphorsäure.

Antimonium.

Flußsäure.

Platin.

Milchzuckersäure.

Wismuth.

Bernsteinsäure.

Blei.

Zitronensäure.

Silber.

Milchsäure.

Zink.

Essigsäure.

Schwefel.

Arseniksäure.

Phosphor.

Boraxsäure.

Blausäure.

Kohlensäure.

\*) Cronstedt.

## Zehnter Abschnitt.

## Z i n k.

Geschichte. I. Die Alten waren mit einem Fossil bekannt, das sie Cadmia nannten, von Cadmus welcher die Griechen zuerst lehrte, dasselbe zu gebrauchen. Sie wußten, daß eine Verbindung desselben mit Kupfer Messing lieferte, und daß beim Verbrennen eine weiße schwammichte Asche verflüchtigt werde, deren sie sich in der Arzneikunde bedienten \*). Dieses Fossil enthielt eine beträchtliche Menge Zink, und doch scheint es nicht, daß die Alten dieses Metall in seinem metallischen Zustande gekannt haben \*\*). Albertus Magnus der im Jahre 1280 starb, erwähnt in seinen Schriften zuerst desselben, aus der Benennung Markasit des Goldes mit der er dasselbe bezeichnet, sollte man übrigens vermuthen, daß ihm doch nicht das reine Zink bekannt gewesen sey; denn diese Benennung deutet an, daß es eine gelbe Farbe gehabt habe \*\*\*). Das Wort Zink kommt zuerst in den

\*) Plin. Hist. nat. Lib. XXXIV, cap. 2 et 10.

\*\*) Grignon behauptet zwar, daß in den Ruinen einer alten römischen Stadt in Champagne etwas diesem Metalle ähnliches gefunden worden sey; allein die Substanz, welche er dafür hielt, ist nicht gehörig untersucht worden. Man kann daher keine Folgerungen aus dieser Aeußerung ziehen. Bulletin des fouilles d'une ville Romaine, p. 11.

\*\*\*) Die Stellen, in welchen er davon redet, sind nachstehende. Aus ihnen scheint deutlich hervorzugehen, daß Albert nicht sowohl mit dem Metalle, als mit den Erzen desselben bekannt war:

De Mineral. Lib. II, cap. 11. „Marchasita sive marcha-

Schriften des Paracelsus vor, der im Jahre 1541 starb. Er unterrichtet uns sehr ernsthaft, daß es ein Metall und kein Metall sey, und vorzüglich aus der Asche des Kupfers bestehe \*). Dieses Metall ist auch Spiauder genannt worden.

Bis jetzt ist das Zinf nirgend in einem gebiegenen Zustande gefunden worden, und es versich eine geraume Zeit

sida ut quidam dicunt, est lapis in substantia, et habet multas species, quare colorem accipit cujuslibet metalli, et sic dicitur marcharita argentia et aurea, et sic dicitur aliis. Metallum autem quod colorat eum non distillat ab ipso, sed evaporat in ignem, et sic relinquitur cinis inutilis, et hic lapis notus est apud alchimicos, et in multis locis veniuntur.“

Lib. III, c. 10. Aes autem invenitur in venis lapidis, et quod est apud locum qui dicitur *Goselaria* est purissimum et optimum et toti substantiae lapidis incorporatum, ita quod totus lapis est sicut marchastita aurea, et profundatum est melius ex eo quod purius.

Lib. V. c. 5. „Dicimus igitur quod marchasita duplicem habet in sui creatione substantiam, argenti scilicet vivi mortificati, et ad fixationem approximantis, et sulphuris adurentis. Ipsam habere sulphureitatem comperimus manifesta experientia. Nam cum sublimatur, ex illa emanat substantia sulphurea manifesta comburens. Et sine sublimatione similiter perpenditur illius sulphureitas.“

„Nam si ponatur ad ignitionem, non suscipit illam priusquam inflammatione sulphuris inflammatur et ardeat. Ipsam vero argentivivi substantiam manifestatur habere sensibiliter. Nam albedinem praestat Veneri meri argenti, quemadmodum et ipsum argentum vivum, et colorem in ipsius sublimatione coelestium praestare, et luciditatem manifestam metallicam habere videmus, quae certum reddunt artificem Alchimiae, illam has substantias continere in radice sua.

\*) Vol. VI. der Quartausgabe.

bis man das Metall aus seinen Erzen abscheiden lernte \*). Henkel gab im Jahre 1721 ein Verfahren hierzu an. Swab erhielt durch Destillation im Jahre 1742 metallisches Zink; und Marggraf machte in den Abhandlungen der Berliner Akademie vom Jahre 1746 ein Verfahren bekannt, um eben diesen Zweck zu erreichen.

**Eigenschaft** 1. Das Zink hat eine glänzend weiße Farbe  
**ten.** mit einem Stich ins Blaue, und bestehet aus dünnen mit einander verbundenen Blättern. Reibt man dieses Metall einige Zeit zwischen den Fingern, so nehmen sie einen eigenthümlichen Geruch und Geschmack an.

2. Seine Härte ist gleich  $6\frac{1}{2}$ . Es färbt die Finger schwarz. Sein specifisches Gewicht beträgt nach dem Schmelzen 6,861; nach dem Zusammendrücken 7,1908 \*\*); so daß es um  $\frac{1}{20}$  dichter geworden ist.

3. Das Zink macht gleichsam die Grenze, zwischen den spröden und streckbaren Metallen. Zwar kann man es in Ansehung der Streckbarkeit nicht mit den bisher beschriebenen Metallen vergleichen; allein es ist doch auch nicht so spröde als die in der Folge vorkommenden Metalle. Wird es gehämmert, so springt es nicht, sondern nimmt Eindrücke von dem Hammer an, und läßt sich fletschen. Durch einen vorsichtigen gleichförmigen Druck läßt es sich in sehr dünne Platten verwandeln, die biegsam und elastisch sind, sich aber nicht falten lassen, ohne zu zerbrechen. Sage hat zuerst diese Eigenschaft des Zinkes kennen gelehrt \*\*). Erhitzt man

\*) Der eigentliche Erfinder dieses Verfahrens scheint Dr. Isaac Lawson gewesen zu seyn. Post III. Abhandl. VII. und Watson's Chemical Essays.

\*\* Brisson.

\*\*\*) Jour. de Min. An V. 595.

es bis zum  $400^{\circ}$ , so wird es so spröde, daß es sich in einem Mörser zu Pulver stoßen läßt.

4. Es läßt sich nicht zu Drathe ziehen. Ueber seine Zähigkeit sind noch keine Versuche angestellt worden.

5. Erhitzt man es bis zu einer Temperatur von ungefähr  $700^{\circ}$  \*), so schmilzt es; wird der Feuergrad verstärkt, so wird es verflüchtigt; man kann dieses Metall daher leicht in verschlossenen Gefäßen überdestilliren. Läßt man das geschmolzene Zink langsam erkalten, so krystallisirt es in vierseitigen Prismen, die in dünne Bündel zusammengehäuft sind, und die nach allen Richtungen liegen. Setzt man diese Krystalle noch heiß der Einwirkung der Luft aus, so nehmen sie eine blaue wandelnde Farbe an \*\*).

Oryden. II. Das Zink verliert an der Luft in kurzer Zeit seine Farbe, erleidet aber sonst beinahe keine andre Veränderung. Unter Wasser wird seine Oberfläche bald schwarz, das Wasser wird langsam zersetzt, es entwickelt sich Wasserstoffgas, und der Sauerstoff verbindet sich mit dem Metalle. Bei der Mitwirkung der Hitze, erfolgt die Zersetzung des Wassers ungleich schneller. Läßt man Wasserdämpfe über Zink bei einer sehr erhoheten Temperatur streichen, so wird das Wasser so rasch zerlegt, daß eine äußerst lebhaftete Detonation erfolgt \*\*\*).

Hält man Zink einige Zeit in einem offenen Gefäße im Fluß, so überzieht sich seine Oberfläche bald mit einem grauen Häutchen. Nimmt man dieses Häutchen hinweg, so tritt bald ein anderes an seine Stelle; so daß sich allmählich das ganze Zink in dergleichen Häutchen verwandeln läßt. Die

\*) Bergmann.

\*\*) Monges.

\*\*\*) Lavoisier.

Bildung dieser Häutchen rührt von der Verbindung des Sauerstoffes der Athmosphäre mit dem Metalle her. Werden diese Häutchen unter stetem Umrühren in einem offenen Gefäße erhitzt, so werden sie in ein graues Pulver verwandelt, das graues Zinkoxyde genannt worden ist.

Wird Zink bis zum starken Rothglühen in einem offenen Gefäße erhitzt, so entzündet es sich, und brennt mit einer glänzend weißen Flamme, zu gleicher Zeit stößt das brennende Metall eine sehr beträchtliche Menge weißer leichter Flocken aus. Diese Flocken sind Zinkoxyde. Dieses Dryde war den Alten wohl bekannt. Dioscorides beschreibt die Bereitungsart desselben. Man nannte es Pompholyx, Nihil album, Lana philosophica. Dioscorides vergleicht es mit Wolle \*).

Bis jetzt kennt man zwei verschiedene Zinkoxyden.

*Verorde.* I. Das Peroxyde oder weiße Zinkoxyde ist dasjenige, welches bei den gewöhnlichen Arbeiten die man mit diesem Metalle vornimmt, erhalten wird. Proust hat eine genaue Analyse dieses Dryde und seiner Verbindungen geliefert. Es bestehet aus 80 Procent Zink und 20 Sauerstoffe \*\*). Man erhält es nicht allein beim Verbrennen des Zinkes, sondern auch dadurch, daß man das Metall in Schwefelsäure oder Salpetersäure auflöst, und durch Kali fällt. Man bedient sich dieses Dryde als Mahlerfarbe, es muß aber vollkommen weiß seyn. Enthält das Zink etwas Eisen, welches oft bei dem verkäuflichen Zinke der Fall ist, so hat das Dryde weil es mit etwas gelbem Eisenoxyde verunreinigt ist, einen Stich ins Gelbe.

\*) *Εριων πολυπαις αφομοιονται* V, 85. p. 352.

\*\*\*) *Ann. de Chim.* XXXV, 51.

Protoxyde. I. Das Protoxyde, oder das mit einem Minimum von Sauerstoffe verbundene Zinkoxyde, wird erhalten, wenn man das Peroxyde in einer irdenen Retorte, oder in einem bedeckten Schmelztiegel einem heftigen Feuergrade aussetzt. Aus den Versuchen von Element und Desormes geht hervor, daß bei dieser Behandlung das Zinkoxyde einen Theil seines Sauerstoffes verliert, und eine gelbe Farbe annimmt. Der Analyse, welche jene Chemisten angestellt haben, zufolge, besteht das Protoxyde des Zinkes aus 88 Theilen Zink, und 12 Sauerstoffe \*).

3. Wegen der großen Verwandtschaft die zwischen dem Zinke und dem Sauerstoffe statt findet, ist die Reduktion der Zinkoxyden ein sehr schwieriges Unternehmen. Man muß sie mit Kohle vermischt, in Gefäßen welche die äußere Luft abhalten, einer heftigen Hitze aussetzen.

Verbindung III. Die meisten brennbaren Stoffe verbinden  
mit brenn- sich mit diesem Metalle,  
baren Stoffen.  
fen.

Das Wasserstoffgas löst einen Theil desselben unter gewissen Umständen auf. Gewöhnlich bereitet man dieses Gas dadurch, daß Zink mit verdünnter Schwefelsäure übergossen wird. Das auf diese Art bereitete Gas ist so rein, als man es durch irgend ein Verfahren erhalten kann. Dessen ungeachtet enthält es etwas Zink aufgelöst; es setzt es aber in der Folge an die Seitenwände derjenigen Gefäße in welchen man es aufbewahrt, und auf der Oberfläche des Wassers über dem es steht, ab. Nach der Versicherung der französischen Chemisten, ist dieses Gas zuweilen mit etwas

\*) Ann. de Chim. XXXIX, 32.

Kohlenstoffhaltigem Wasserstoffgase vermischt \*), dieses würde zum Beweise dienen, daß das Zink häufig Kohlenstoff enthält. Löset man das Zink in Schwefelsäure auf, so wird ein schwarzes Pulver abgeschieden, welches die französischen Chemisten für Graphit erkannten \*\*). Noch ist es unaußgemacht ob es dieser Graphit, oder ob es mit Zink verbundene Kohle sey, welche die Entstehung des kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgases veranlaßt.

**Schwefelhaltiges Zink.** 2. Man zweifelt jetzt daran, daß sich der Schwefel mit dem metallischen Zinke verbinde; weil bisher alle Versuche diese Vereinigung künstlich zu bewirken, mißlungen sind. Schmilzt man Schwefel mit dem Dryde dieses Metalls in einem Schmelztiegel zusammen, so verbinden sie sich mit einander. Diese Bemerkung machte Dehne zuerst im Jahre 1781 \*\*\*). Morveau wiederholte in der Folge diesen Versuch †). Das schwefelhaltige Zinkoryde hat eine dunkelbraune Farbe, und ist spröde. Es wird in der Natur häufig angetroffen, und ist unter dem Nahmen der Blende bekannt. Nach Proust's Meinung ist die Blende schwefelhaltiges Zink, oder eine Zusammensetzung aus Schwefel und metallischem Zink ††).

\*) Die Gegenwart dieses Gases in dem aus dem Zinke erhaltenen Wasserstoffgase wurde darum von den französischen Chemisten angenommen, weil beim Verbrennen desselben in dem nicht verzehrten Antheile Luft etwas kohlensaures Gas gefunden wurde.

\*\*) Proust hat gezeigt, daß dieses schwarze Pulver oft nicht Kohlenstoffhaltiges Eisen, sondern eine Mischung aus Arsenik, Kupfer und Blei sey. Ann. de Chim. XXXV, 51.

\*\*\*) Crells Annalen 1786, B. I. S. 7.

†) Mem. de l'Acad. de Dijon 1785.

††) Jour. de Phys. LVI, 79.

Zink und Phosphor. 3. Wirft man Phosphor in Stücken auf schmelzendes Zink, so verbinden sich beide mit einander. Pelletier welcher diesen Versuch zuerst angestellt hat, setzte noch etwas Harz zu, um die Oxydation des Zinkes zu verhindern. Das phosphorhaltige Zink hat eine weiße Farbe, metallischen Glanz, und ähnelt dem Blei mehr als dem Zinke. Es läßt sich etwas strecken. Beim Hämmern oder Feilen stößt es den Geruch nach Phosphor aus. Bei einer sehr erhöhten Temperatur brennt diese Zusammensetzung wie das Zink (\*\*).

4. Auch mit dem Oxyde des Zinkes läßt sich der Phosphor verbinden. Diese Zusammensetzung erhielt Margraf bei seinen Versuchen über den Phosphor. Destillirt man 12 Theile Zinkoxyde, 12 Theile Phosphorglas, und 2 Theile Kohlenpulver aus einer irdenen Retorte bei einem heftigen Feuersgrade, so sublimirt sich eine metallische Substanz von silberweißer Farbe, die einen glasigen Bruch zeigt. Nach Pelletier ist dieselbe phosphorhaltiges Zinkoxyde. Vor dem Lüthrohre verbrennt der Phosphor, und läßt ein Glasstückchen zurück, das so lange es flüssig ist, durchsichtig ist, beim Erkalten hingegen undurchsichtig wird.

Das phosphorhaltige Zinkoxyde wird gleichfalls erhalten, wenn zwei Theile Zink und ein Theil Phosphor aus einer irdenen Retorte destillirt werden. Die bei dieser Operation erhaltenen Produkte sind 1) Zink; 2) Zinkoxyde; 3) ein rother Sublimat welcher phosphorhaltiges Zinkoxyde ist; 4) nadelförmige Krystalle von metallischem Glanze und bläulicher Farbe. Letztere hält Pelletier gleichfalls für phosphorhaltiges Zinkoxyde \*).

\*) Ann. de Chim. XIII, 129.

\*\*\*) Ibid. p. 125.

IV. Das Zink verbindet sich nicht mit dem Stickstoffe, die Salzsäure verwandelt es leicht in ein Oxide.

Verbindungs-  
gen des  
Zinkes. V. Das Zink verbindet sich leicht mit fast allen Metallen, einige dieser Gemische sind von großer Wichtigkeit.

Mit Gold. I. Zink und Gold lassen sich durch Schmelzen in jedem Verhältnisse mit einander vereinigen. Das Gemisch ist um so weißer und spröder, je größer die Menge des in demselben enthaltenen Zinkes ist. Ein Gemisch, das aus gleichen Theilen dieser beiden Metalle besteht, ist sehr hart und weiß, nimmt eine schöne Politur an, und verliert seinen Glanz an der Luft nicht. Malouin hat daher diese Mischung als sehr brauchbar zu Spiegeln für Teleskope empfohlen. Ein Theil Zink soll die Dehnbarkeit von 100 Theilen Gold aufheben \*\*).

Die letztere Bemerkung wird auch durch die Versuche von Hatchett bestätigt. Er fand, daß schon dadurch, daß Gold und Zink nahe bei einander zu gleicher Zeit geschmolzen wurden, die Dehnbarkeit des ersteren dieser Metalle litt. Zwei Theile Messing zerstörten die Dehnbarkeit von 52 Theilen Gold. Wurde Zink in schmelzendes Gold geworfen, so entzündete sich das Zink, und eine beträchtliche Menge desselben wurde verstreut. Wurden 453 Theile Zink in 5307 Theile schmelzendes Gold eingetragen, so entwichen 141 Theile Zink. Mithin enthielt das Gemisch nur ungefähr einen Theil Zink gegen 17 Theile Gold. Seine Farbe war blas grünlich gelb, der des Messings nicht unähnlich. Es war vollkommen spröde.

\*) Mem. Acad. Par. 1742.

\*\*\*) Macquer.

Mit Platin. 2. Das Platin verbindet sich mit dem Zink äußerst leicht. Das Gemisch ist spröde, vollkommen hart, sehr schmelzbar, von bräunlich weißer, aber nicht so heller Farbe, als beim reinen Zink \*).

Mit Silber. 3. Das Gemisch des Silbers mit dem Zink erhält man leicht durch das Zusammenschmelzen beider Metalle. Es ist spröde, und ist bis jetzt noch zu nichts benutzt worden.

Mit Quecksilber. 4. Das Zink kann mit dem Quecksilber sowohl dadurch verbunden werden, daß man beide Metalle zusammenreibt, als dadurch, daß man Quecksilber in schmelzendes Zink schüttet. Dieses Amalgam ist fest. Läßt man es nach dem Schmelzen erkalten, so krystallisirt es in sechsseitigen Blättern, welche Zwischenräume zwischen sich lassen. Die Krystalle bestehen aus einem Theile Zink und drittelhalb Theilen Quecksilber \*\*). Man bedient sich desselben, um die Rissen der Elektrirmaschine zu bestreichen, und dadurch die Elektricität zu verstärken.

Mit Kupfer. 5. Das Zink verbindet sich leicht mit dem Kupfer, und bildet eines der nützlichsten Metallgemische. Gewöhnlich bereitet man dasselbe dadurch, daß man Kupfer und Gallmey (ein Zinkerz, in welchem das Zinkoxyde mit Kohlenensäure verbunden ist) schichtweise in ein Schmelzgefäß einträgt und Feuer giebt; beträgt die Menge des Zinkes nicht mehr als den vierten Theil des Kupfers, so wird das Metallgemisch Messing genannt. Es hat eine schön gelbe Farbe, ist leichtflüssiger als Kupfer, und läuft an der Luft nicht an. Es läßt sich hämmern und zu Drathe

\*) Dr. Lewis.

\*\*) Elemens de Chim, Dijon. Tom. III.

ziehen. Seine Dichtigkeit ist größer, als die Rechnung angiebt. Dieser zufolge müßte sie 7,6296 seyn, sie ist aber wirklich 8,3958; so daß die Dichtigkeit um  $\frac{7}{80}$  zugenommen hat. Enthält die Mischung drei Theile Zink gegen vier Theile Kupfer, so hat sie eine dem Golde ähnliche Farbe, läßt sich aber nicht so gut hämmern, wie Messing. Man nennt sie alsdann *Vinchbeck*, *Prinzmedall*, *Prinz Ruprechts Metall*. Die Alten kannten und schätzten das Messing. Sie bedienten sich zur Bereitung desselben eines Zinkerzes, das sie *Cadmia* nannten. *Batson* hat gezeigt, daß sie unserem Messing den Namen *Orichalcum* \*) gaben. Ihr Aes war Kupfer, oder vielmehr Erz, eine Verbindung aus Kupfer und Zinn \*\*).

mit Eisen. 6. Es ist äußerst schwierig Zink und Eisen mit einander zu vermischen. *Wallerius* hat gezeigt, daß das Eisen sich mit einer geringen Menge Zink verbinden kann; und *Malouin* bediente sich des Zinkes statt des Zinnes, um kupferne Gefäße damit zu überziehen. Dieses dient zum

\*) *Manchester Transactions*. Vol. II. p. 47.

\*\*) Die Alten scheinen nicht genau den Unterschied zwischen Kupfer, Messing und Erz gekannt zu haben. Daher die Verwirrung beim Gebrauche dieser Benennungen. Sie hielten das Messing für eine vorzüglichere Art Kupfer. Daher bedienten sie sich häufig des Wortes *Aes*, um sowohl das eine, als das andre zu bezeichnen. Erst in späteren Zeiten fingen die Mineralogen an, den nöthigen Unterschied zu machen. Sie nannten Kupfer *aes cyprium*, nachher bloß *Cyprium*, welches in der Folge in *Cuprum* verwandelt wurde. Genau läßt sich der Zeitpunkt, wo diese Veränderungen statt fanden, nicht angeben. *Plinius* braucht das Wort *Cyprium*. Lib. XXXVI. cap. 26. Das Wort *Cuprum* kommt zuerst im *Spartian* vor, der ungefähr um das Jahr 290 lebte. Er sagt in seinem Leben des *Caracalla*: *Cancelli ex aëre vel cupro*.

Beweise, daß eine Verwandtschaft zwischen diesen beiden Metallen statt findet \*).

mit Zinn. 7. Zinn und Zink lassen sich leicht durch Zusammenschmelzen mit einander vereinigen. Das Gemisch ist ungleich härter als Zink, und kaum weniger streckbar. Dieses Gemisch ist oft der vorzüglichste Bestandtheil derjenigen Zusammensetzung, welche Pfundzinn (pewter) genannt wird.

mit Blei. 8. Das aus Blei und Zink bestehende Metallgemische ist von Wallerius, Gellert, Muschenbroëk und Gmelin untersucht worden. Letzterem gelang es, dasselbe durch Schmelzen zu bereiten. Er that etwas Talg in die Mischung, und bedeckte den Schmelztiegel, um die Verflüchtigung des Zinkes zu verhüten. Uebertraf die Menge des Zinkes die des Bleies beträchtlich, so ließ sich das Gemisch hämmern, und war ungleich härter als Blei. Ein Gemisch aus zwei Theilen Zink und einem Theile Blei unterschied sich in Ansehung der Streckbarkeit und Farbe wenig vom letzterem; es war aber härter, nahm eine bessere Politur an, und war klingender. Enthielt das Gemisch eine geringere Menge Zink, so näherte es sich in Ansehung der Streckbarkeit und Farbe noch mehr dem Blei, nur war die Härte und der Klang desselben beträchtlicher, auch nahm es eine bessere Politur an, als reines Blei. Wurde nur ein Theil Zink gegen sechszehn Theile Blei genommen, so unterschied sich das Gemisch nur dadurch vom Blei, daß es etwas härter war \*\*).

9. Der Zink scheint durch Schmelzen mit dem Nickel nicht vereinbar zu seyn \*\*\*).

\*) Mem. Par. 1742.

\*\*\*) Ann. de Chim. IX, 95.

\*\*\*) Die Chinesen scheinen doch die Kunst zu verstehen, diese

Die Verwandtschaften des Zincks und seiner Dryden sind folgende:

Zinck.	Dryden des Zincks.
Kupfer.	Kleesäure.
Antimonium.	Schwefelsäure.
Zinn.	Salzsäure.
Quecksilber.	Milchzuckersäure.
Silber.	Salpetersäure.
Gold.	Weinsteinsäure.
Kobalt.	Phosphorsäure.
Arsenik.	Zitronensäure.
Platin.	Bernsteinsäure.
Wismuth.	Flusssäure.
Blei.	Arseniksäure.
Nickel.	Milchsäure.
Eisen.	Essigsäure.
	Boraxsäure.
	Blausäure.
	Kohlensäure.

beiden Metalle mit einander zu vereinigen. Denn nach Engström bestehet der Packfong oder das weiße Kupfer aus Kupfer, Nickel und Zinck. Der Zinck beträgt ungefähr  $\frac{1}{7}$  des Ganzen, und das Verhältniß des Kupfers zum Nickel ist wie fünf zu dreizehn. Abhandl. der schwed. Akad. 1776.

## Fiffter Abschnitt.

W o m W i s m u t h.

Geschichte. I. Die Alten kannten das Wismuth, verwechselten es aber mit Zinn. Die Alchemisten und ältern Mineralogen erwähnen desselben beiläufig, und rechnen es bald zum Zinn, bald zum Blei, bald auch zum Antimonium. Die ältern Deutschen Mineralogen nannten das Wismuth *lectum argenti*, und schienen es für unreifes Silber zu halten \*). Stahl, Dufay und andre Chemisten welche zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts schrieben, erwähnen des Wismuthes als eines eignen Metalls. Vort und Geoffroy der jüngere \*\*) waren aber diejenigen, welche es zuerst mit Aufmerksamkeit untersuchten, und seine eigenthümlichen Eigenschaften bekannt machten.

Eigenschaft I. Das Wismuth hat eine röthlich weiße Farbe, und fast keinen Geruch noch Geschmack. Es bestehet aus breiten glänzenden aneinander gefügten Blättern. Die Figur seiner Theilchen ist nach Hauy das Oktaëdram, oder zwei vierseitige Pyramiden, die mit ihren Grundflächen aneinander gefügt sind \*\*\*).

\*) Koenigs *Regnum Minerale* pag. 80. Bis gegen das Ende des siebzehnten Jahrhunderts wurde das Wismuth für eine Art Blei gehalten. Es giebt drei Arten von Blei, sagt Ettmüller; gewöhnliches Blei, Zinn und Wismuth. Wismuth nähert sich am meisten dem Silber. Ettmüller *Chim.* p. 321.

\*\*) *Mem. Par.* 1753. p. 296.

\*\*\*) *Jour. de Min.* An V. p. 582.

2. Seine Härte beträgt 7,; sein specifisches Gewicht 9,8227 \*).

3. Wird es vorsichtig gehämmert, so wird es wie Muschelnbröck gezeigt hat, beträchtlich dichter. Es ist demnach nicht sehr spröde, doch zerspringt es bei einem heftigen Hammerschlage, mithin läßt es sich nicht strecken. Man kann es auch nicht zu Drath ziehen. Seine Zähigkeit ist noch nicht untersucht worden.

4. Wird es bis zum 460 Grade erhitzt \*\*), so kommt es in Fluß, verstärkt man die Hitze beträchtlich, so verdunstet es, auch läßt es sich in verschlossenen Gefäßen überdestilliren. Läßt man das geschmolzene Wismuth langsam erkalten, und läßt man, so wie die Oberfläche fest wird, das noch flüssige Metall herausfließen, so krystallisirt es in Parallelepipedem, welche einander unter rechten Winkeln durchschneiden.

II. In der Luft verliert es bald seinen Glanz, erleidet aber sonst keine Veränderung. Unter Wasser verändert es sich nicht.

Dryden. Man kennt bis jetzt nur zwei Dryden des Wismuthes. Allein man hat auf die Verbindung dieses Metalls mit dem Sauerstoffe weniger Sorgfalt verwendet, als bei den übrigen Metallen.

1. Wird das Wismuth in einem offenen Gefäß im Fluß erhalten, so überzieht sich seine Oberfläche in kurzer Zeit mit einem dunkel blauen Häutchen. Wird dieses Häutchen hinweggenommen, so tritt ein anderes an seine Stelle, und dieses

\*) Brisson.

\*\*) Lewis.

dieses geschieht so lange, bis das ganze Metall oxydirt worden ist. Werden diese Häutchen in einem offenen Gefäße unter dem Zutritte der Luft erhitzt, so verwandeln sie sich bald in ein braunes Pulver, das unter dem Nahmen des braunen Dryde bekannt ist. Dieses ist das Protoxyde des Wismuthes: es bestehet nach Fourcroy aus 90 Theilen Wismuth und 10 Theilen Sauerstoff.

2. Wird Wismuth bis zum Rothglühen erhitzt, so entzündet es sich, brennt mit einer schwachen blauen Flamme, und stößt einen gelben Dampf aus. Wird dieser gesammelt, so bildet er ein gelbes nicht flüchtiges Pulver, welches gelbes Wismuthoxyde genannt worden.

Wird Wismuth in Salpetersäure aufgelöst, und Wasser in die Auflösung geschüttet, so fällt ein weißes Pulver zu Boden, das sonst Magisterium Bismuthi genannt wurde, jetzt heißt es weißes Wismuthoxyde. Den Versuchen von Klaproth zufolge \*), bestehet es aus 81,3 Theilen Wismuth und 17,7 Sauerstoff. Man bedient sich desselben zur Schminke, auch als Mahlerfarbe unter dem Nahmen des Perlweiß. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sowohl das weiße als gelbe Wismuthoxyde dasselbe Peroxyde sind, und daß die verschiedenen Nuancen der Farbe von der verschiedenen Bereitungsart desselben herrühren \*\*).

\*) Klaproths Beiträge B. II. S. 294.

\*\*) Der weiße Niederschlag, der unter den im Texte angeführten Umständen erhalten wird, ist keinesweges ein reines Wismuthoxyde, sondern eine neutrale Verbindung der Salpetersäure mit Wismuthoxyde. Da dieses Salz zwar nicht gänzlich in Wasser unauflöslich, allein doch sehr schwer auflöslich ist, so fällt, wenn die Wismuthauflösung verdünnt wird, der größte Theil des salpetersauren Wismuths zu Boden.

3. Die Dryden des Wismuthes lassen sich leicht in Glas verwandeln, so daß man sich des Wismuthes zuweilen bei der Kupellation statt des Bleies bedient hat. Dufay war der erste, welcher im Jahre 1727 das Wismuth zu diesem Zwecke empfahl. Diese Versuche wurden in der Folge von Vott bestätigt.

4. Erhitzt man die Dryden des Wismuthes mit Kohle, oder einem andern brennbaren Körper, so werden sie leicht reducirt, denn die Verwandtschaft des Wismuthes zum Sauerstoffe ist nur gering.

Verbindung III. Noch hat man das Wismuth weder mit  
mit brenn- Kohle noch mit Wasserstoff verbinden können: auch  
baren Stof- fen. scheint es sich in keiner sehr beträchtlichen Menge  
fen. scheint es sich in keiner sehr beträchtlichen Menge  
mit dem Phosphor zu vereinigen. Pelletier versuchte mehrere Verfahrensarten um diese Verbindung zu bewirken, ohne daß er seinen Zweck erreichte. Warf er Phosphor in geschmolzenes Wismuth, so erhielt er eine Substanz welche sich dem Anschein nach nicht vom Wismuth unterschied, die aber vor dem Löthrohre unverkennbare Zeichen von der Gegenwart des Phosphors gab \*). Dieses Produkt hielt etwa nur vier Procent Phosphor, und selbst diese geringe Menge schien nur mechanisch beigemischt.

Schwefel I. Der Schwefel läßt sich durch Schmelzen  
haltiges Wismuth. leicht mit dem Wismuthe vereinigen. Das Schwe-

---

Von der Richtigkeit des hier Gesagten kann man sich dadurch überzeugen, wenn man einen Theil dieses noch so sehr ausgefüllten Niederschlages dem Feuer aussetzt. Unter diesen Umständen entweicht aus ihm Salpetergas und tropfbar flüssige Salpetersäure, es verliert dadurch 20 Procent am Gewicht, und hat jetzt eine gelbe Farbe.

Ann. d. Heberf.

\*) Ann. de Chim. XIII, 130.

selhaltige Wismuth hat eine blaugraue Farbe und krystallisirt in schönen tetraedrischen Nadeln. Es besteht aus 85 Theilen Wismuth und 15 Theilen Schwefel \*). Das schwefelhaltige Wismuth ist strengflüssiger als das Wismuth. Man kann nur durch eine starke, lang anhaltende Hitze den Schwefel abscheiden.

Verbindung IV. Das Wismuth läßt sich mit beinahe allen  
gen des Metallen vereinigen, wenige dieser Metallgemische  
Wismuthes sind übrigens von Nutzen.

mit Gold. 1. Gleiche Theile Wismuth und Gold bilden ein sprödes Metallgemisch, das beinahe dieselbe Farbe wie Wismuth hat \*\*); sein spezifisches Gewicht ist größer als die Rechnung angiebt.

Natthett trug einen Theil Wismuth in 14 Theile geschmolzenes Gold ein, und erhielt dadurch ein Metallgemisch von blasgrünlicher Farbe, die der des schlechten Messings ähnlich war. Es war spröde, und hatte einen feinkörnigen erdigten Bruch. Das Gemisch blieb auch dann, wenn die Menge des Wismuths nur  $\frac{1}{15}$  des Goldes betrug, vollkommen spröde; ja es ist wahrscheinlich, daß eine noch geringere Menge dieselbe Wirkung hervorbringen wird. Schmilzt man Gold und Wismuth zu gleicher Zeit in einer geringen Entfernung von einander, so leidet dadurch die Dehnbarkeit des Goldes.

mit Platin. 2. Das Gemisch aus Wismuth und Platin ist äußerst spröde. Der Luft ausgesetzt nimmt es eine purpur-

\*) Benzol.

\*\*\*) Macquers Wörterbuch. T. VII. S. 283.

rothe, violette oder blaue Farbe an. Durch Hitze läßt sich das Wismuth kaum abscheiden \*).

mit Silber, 3. Silber und Wismuth vereinigen sich durch Zusammenschmelzen leicht. Das Gemisch ist spröde, hat ein blättriges Gefüge, und beinahe die Farbe des Wismuthes. Man macht dieses Gemisch zuweilen, um das Silber durch die Kupellation zu reinigen.

mit Queck- 4. Man kann das Wismuth theils dadurch mit Silber. Quecksilber vereinigen, daß man beide Metalle zusammenreibt, theils dadurch, daß man zwei Theile heißes Quecksilber in einen Theil geschmolzenes Wismuth schüttet. Dieses Amalgam ist anfänglich weich, wird aber allmählich hart. Läßt man es nach dem Schmelzen langsam erkalten, so krystallisirt es \*\*). Uebertrifft die Menge des Quecksilbers die des Wismuthes beträchtlich, so bleibt das Amalgam flüssig, besitzt die Eigenschaft Blei aufzulösen, und es gleichfalls flüssig zu machen \*\*\*). Diese dreifache Zusammensetzung läßt sich, ohne zersezt zu werden, durch Gemäleder drücken. Das Quecksilber wird zuweilen mit diesen Metallen vermischt; man kann aber den Betrug durch das specifische Gewicht entdecken, das in diesem Falle geringer ausfällt, als wenn das Quecksilber rein ist; auch zieht das verfälschte Quecksilber einen Schweiß, d. h. bewegt man einen Tropfen desselben auf einer Fläche, so behält er nicht seine sphärische Gestalt, sondern ein Theil desselben hängt sich an die Fläche, als ob das Metall nicht vollkommen flüssig, oder als ob es in ein dünnes Häutchen eingeschlossen wäre.

mit Kupfer, Das Kupfer bildet mit dem Wismuth ein sprö-

\*) Dr. Lewis.

\*\*) Pott.

\*\*\*) Cramer.

des Gemisch von blärother Farbe, dessen specifisches Gewicht genau mit dem, was die Rechnung dafür giebt, übereinstimmt \*).

mit Eisen. 6. Mit dem Eisen geht das Wismuth eine nur unvollkommene Verbindung ein \*\*). Das Gemisch ist spröde, es wird vom Magnete selbst dann gezogen, wenn das Wismuth  $\frac{3}{4}$  des Ganzen ausmacht \*\*\*). Das specifische Gewicht dieser Mischung ist geringer, als durch die Rechnung gefunden wird †).

mit Zinn. 7. Wismuth und Zinn vereinigen sich leicht mit einander. Eine geringe Menge Wismuth vermehrt den Glanz, die Härte, und den Klang des Zinnes. Oft nimmt man es als Bestandtheil unter (pewter) das Pfundzinn, wiewohl nicht in England. Gleiche Theile Wismuth und Zinn bilden ein Gemisch, das bei  $280^{\circ}$  schmilzt: acht Theile Zinn und ein Theil Wismuth schmelzen bei  $390^{\circ}$ ; zwei Theile Zinn und ein Theil Wismuth bei  $330^{\circ}$  ††).

mit Blei. 8. Das aus Blei und Wismuth bestehende Metallgemisch hat eine dunkelgraue Farbe, und ein dichtes Korn †††). So lange die Menge des Wismuthes die des Zinnes nicht beträchtlich übertrifft, ist es streckbar ††††). Das Wismuth vermehrt die Zähigkeit des Bleies ungemein. Muschenbröck fand, daß die Zähigkeit einer Mischung aus drei Theilen Blei und zwei Theilen Wismuth zehnmal größer war, als die des reinen Bleies. Das specifische Gewicht dieser Mischung ist größer als die Rechnung angiebt \*).

\*) Gellert. \*\*) Muschenbröck. \*\*\*) Henkel.

†) Gellert. ††) Dr. Lewis. †††) Wallerius. ††††) Baumé.

\*) Gellert.

9. Werden acht Theile Wismuth, fünf Theile Blei und drei Theile Zinn zusammengeschmolzen, so erhält man ein Metallgemisch von weißer Farbe, das bei einer Temperatur von  $212^{\circ}$  schmilzt, mithin in siedendem Wasser flüssig bleibt.

10. Das Metallgemisch aus Wismuth und Nickel ist spröde und besteht aus Blättern \*).

mit Nickel. II. Wismuth und Zink verbinden sich nicht mit einander.

Verwandtschaften. V. Die Verwandtschaften des Wismuths und seiner Dryden giebt Bergmann folgendermaßen an:

Wismuth.	Dryden des Wismuths.
Blei.	Kleesäure.
Silber.	Arseniksäure.
Gold.	Weinsteinsäure.
Quecksilber.	Phosphorsäure.
Antimonium.	Schwefelsäure.
Zinn.	Salzsäure.
Kupfer.	Salpetersäure.
Platin.	Flußsäure.
Nickel.	Milchzuckersäure.
Eisen.	Bernsteinsäure.
Schwefel.	Zitronensäure.
	Milchsäure.
	Essigsäure.
	Blausäure.
	Kohlensäure.

---

\*) Cronstedt.

## Zwölfter Abschnitt.

## A n t i m o n i u m.

Die Alten waren mit einem Antimonium=Oxyde bekannt, daß sie *Σμικς* und *Stibium* nannten. Plinius erzählt \*), daß es in Silbererzen angetroffen werde, und wir wissen jetzt, daß Antimoniumoxyde einen Bestandtheil mehrerer Silbererze ausmacht \*\*). Man bediente sich desselben, als eines äußern Mittels bei Augenkrankheiten, und Plinius beschreibt die Zubereitung desselben \*\*\*). Es ist wahrscheinlich, daß sie ein dunkel bläulich graues Fossil das metallischen Glanz hatte, mit demselben Namen belegten. So viel ist ausgemacht, daß es im achten Jahrhunderte diesen Namen führte. Dieses Fossil bestehet aus demjenigen Metalle welches wir Antimonium nennen, und Schwefel; und führte seit den Zeiten des Basiliius Valentinus bis vor Kurzem den Namen Antimonium. Das Metall selbst wurde nachdem es entdeckt worden, *Regulus Antimonii* genannt.

Die asiatischen †) und griechischen Frauenzimmer färbten sich damit die Augenbraunen schwarz. Es scheint aber nicht, daß die Alten in diesem Fossil ein eignes Metall vermutheten, oder daß sie unser Antimonium im Zustande der Reinheit kannten ††).

---

\*) Plin. Hist. nat. Lib. XXXIII. cap. 6.

\*\*\*) Klaproth.

\*\*\*) Plin. Hist. nat. loco cit.

†) 2 Buch der Könige IX, 30. und XXIII, 40.

††) Roux, der auf Ansuchen des Grafen Caylus einen alten

Es ist unbekannt, wer das Antimonium zuerst im metallischen Zustande aus seinen Erzen abgeschieden hat, der erste welcher dieses Verfahren beschreibt, ist übrigens *Basilius Valentinus* \*). Sein *Carrus Triumphalis Antimonii* welcher gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts erschien, und die Bemühungen der sich mit Arzneikunde beschäftigenden Alchemisten, die seinen Fußstapfen folgten, trugen zur genaueren Kenntniß der Eigenschaften dieser Substanz ausnehmend viel bei.

Kein Metall, selbst nicht Eisen und Quecksilber, hat so sehr die Aufmerksamkeit der Chemisten auf sich gezogen, als das Antimonium. Einige erhoben es als ein allgemeines Heilmittel für alle Krankheiten; weil andre es für ein Gift erklärten, das aus der Reihe der Arzneien verbannt werden müsse. *Lemeri* war der erste Chemist welcher am Ende des siebzehnten Jahrhunderts auf eine vernünftige Art die Eigenschaften desselben prüfte; und *Meuder* machte im Jahr 1788 die erste genaue Analyse der Antimonial-Erze bekannt. Die Zahl der Schriftsteller aber, welche dieses Metall zum besondern Gegenstande ihrer Untersuchungen gemacht haben, ist so groß, daß es unzuweckmäßig seyn würde, ein Namensverzeichnis derselben herzusetzen. *Bergmann*, *Berthollet*, *Lhenard* und *Proust* sind unter den neuern Chemisten diejenigen, welche am meisten zur richtigen

---

*Spiegel zerlegte, fand als Bestandtheile desselben Kupfer, Blei und Antimonium. Hieraus würde man schließen können, daß die Alten dieses Metall gekannt hätten, wenn es ausgemacht wäre, daß der untersuchte Spiegel wirklich ein alter war; was aber noch sehr problematisch scheint.*

\*) *Analysis Antimonii Physico-chemico rationalis.*

Kenntniß der Eigenschaften dieses Metalls beigetragen haben \*).

**Eigenschaft:** Das Antimonium hat eine grau weiße Farbe, und ziemlich viel Glanz. Es hat ein blättriges Gefüge, und bestehet aus Blättern die sich in jeder Richtung durchkreuzen, und zuweilen dem Metalle den Anschein einer unvollkommenen Krystallisation ertheilen. Hauy hat mit vieler Sorgfalt ausgemittelt, daß die ursprüngliche Form dieser Krystalle das Oktaëdrum ist, und daß die integrirenden Theile des Antimoniums Tetraëdern sind \*\*). Reibt man es mit den Fingern, so erhalten diese davon einen eigenthümlichen Geruch und Geschmack.

2. Seine Härte ist  $6\frac{1}{2}$ . Das specifische Gewicht desselben beträgt nach Brisson 6,702; nach Bergmann 6,86.

3. Er ist sehr spröde, und läßt sich leicht in einem Mörtel zu feinem Pulver stoßen. Seine Zähigkeit ist noch nicht untersucht worden.

4. Erhitzt man es bis zum  $809^{\circ}$  Fahrenheit, oder bis zur Rothglühhitze, so schmilzt es. Wird nachher die

\*) Das Wort Alkohol, dessen man sich noch immer in der Chemie bedient, wurde nach dem Zeugniß des *Homerus Poppius Thallinus* zuerst zur Bezeichnung dieses Fossils gebraucht. „*Hispanicis mulierculis ejus usus in ciliorum pulchritudine concilianda fuit usitatissimus: pulverem autem vocabant alcohol* (quae vox etiam adhuc in Hermeticorum laboratoriiis sonat) unde antimonium crudum et nondum contusum *pedra de alcohol* nominarunt.“ Das Antimonium hatte bei den Alchemisten eine Menge absurder Benennungen, als: Othia, Alkosol, Alcosol, Aries, Saturnus Philosophorum, Magnesia Saturni, Filius et Nothus Saturni.

\*\*\*) Jour. de Mines An V. 601.

Hitze noch verstärkt, so verdunstet das Metall. Beim Erkalten nimmt es die Gestalt länglicher Krystalle an, die senkrecht auf der innern Fläche des Gefäßes, in dem das Metall erkaltet, stehen. Von dieser Krystallisation rührt das blättrige Gefüge her, welches stets an diesem Metalle sichtbar ist.

Dryden. II. An der Luft erleidet das Antimonium keine andre Veränderung, als daß es seinen Glanz verliert. Auch dadurch, daß man es unter Wasser aufbewahrt, wird es nicht verändert. Läßt man hingegen Wasserdämpfe über rothglühendes Antimonium streichen, so wird das Wasser so rasch zerlegt, daß eine lebhafte Detonation erfolgt \*).

Wird es in einem offenen Gefäße erhitzt, so verbindet es sich nach und nach mit dem Sauerstoffe, und verflüchtigt sich als ein weißer Dampf. Wird derselbe aufgefangen, so stellt er ein weißes Antimoniumoxyde dar, das sonst silberfarbene Blumen des Antimoniums, silberfarbene Spießglanzblumen genannt wurde. Wird das Antimonium bis zum Weißglühen erhitzt, und schnell bewegt, so entzündet es sich, und wird in dasselbe weiße Dryde verwandelt.

Nach Lhenard \*\*), welcher vor einiger Zeit eine sehr vortreffliche Abhandlung über das Antimonium bekannt gemacht hat, kann sich dasselbe mit sechs verschiedenen Antheilen Sauerstoff verbinden, und sechs verschiedene Arten von Dryden darstellen: allein seine Methode, die meisten dieser Dryde zu erhalten, nemlich durch Anwendung verschiedener Grade der Hitze, scheint nicht geeignet zu seyn, zu ganz sichern Resultaten hinzuführen; überdieß da verschiedene seiner Dry-

\*) Fourcroy Syst. de Conn. Chim. T. V. p. 228.

\*\*\*) Ann. de Chim. XXXII, 259.

den sich nur durch ein bis zwei Procent Sauerstoff von einander unterscheiden sollen. Dieses setzt einen Grad der Genauigkeit voraus, der bis jetzt dem Chemisten kaum zu erreichen möglich war.

Proust, der kürzlich diesen wichtigen Gegenstand aufs Neue der Untersuchung unterworfen hat, fand, daß das Antimonium nur zwei verschiedene Grade der Oxydation eingehen könne, und daß es sich hierin den meisten andern Metallen nähert.

Protoxyde. I. Das Protoxyde des Antimoniums läßt sich durch folgendes Verfahren darstellen. Man löst das Antimonium in Salzsäure auf, und verdünnt die Auflösung mit Wasser. Es fällt ein weißer Niederschlag zu Boden, der das Protoxyde des Antimoniums mit etwas Salzsäure verbunden ist \*). Der Niederschlag wird sorgfältig ausgesüßt, und einige Zeit mit einer Auflösung des kohlensauren Kali gekocht; abermals wohl ausgewaschen und auf dem Filtrum getrocknet \*\*).

Das auf die angegebene Art erhaltene Protoxyde hat eine schmutzig weiße Farbe ohne einigen Glanz. Es schmilzt bei einer mäßigen Hitze, und kann eine geraume Zeit in einer Retorte im Fluß erhalten werden. Beim Erkalten wird die Oberfläche desselben mit kleinen undurchsichtigen dicht gedrängten Krystallen belegt, die eine gelb weiße Farbe haben.

---

\*) Das weiße Pulver, welches durch das angegebene Verfahren erhalten wird, wurde ehemals Algaroth Pulver genannt, von Victor Algarothi, einem Arzte zu Verona, der dasselbe zuerst auf die beschriebene Art aus dem salzsäuren Antimonium bereitete.

\*\*\*) Proust Jour. de Phys. LV, 328.

Es ist ausnehmend leichtflüchtig, und wird stets beim Erkalten undurchsichtig. Ein Theil desselben wird, wosern die Luft Zutritt hat, bei einer mäßigen Hitze verflüchtigt. Hundert Theile desselben enthalten:

81,5 Antimonium.

18,5 Sauerstoff.

---

100,0.

Man kann dieses Dryde in Berührung mit dem Antimonium lange Zeit im Fluß erhalten, (ohne daß es verändert wird \*).

peroxyde. 2. Das Peroxyde des Antimoniums wird erhalten, wenn man das Metall unter dem Zutritte der Luft einer heftigen Hitze aussetzt. Dieses entzündet sich, es wird ein weißes Dryde sublimirt, das ehemals silberfarbene Blumen des Antimoniums genannt wurde. Auch dadurch, daß man Antimonium der Einwirkung der Salpetersäure aussetzt, oder es in rothglühenden Salpeter einträgt, wird dieses Dryde erhalten. Nach dem Verbrennen bleibt in letzterem Falle im Schmelztiegel eine weiße Masse zurück, die aus dem Dryde des Antimoniums in Verbindung mit dem Kali des Salpeters besteht. Das Wasser löst einen Theil dieser Zusammensetzung auf. Gießt man eine Säure in diese Auflösung, so fällt ein weißes Pulver zu Boden, welches das Peroxyde des Antimoniums ist.

Dieses Dryde hat eine weiße Farbe, es ist in Wasser unauflöslich, auch in den Säuren nicht so auflöslich als das Protoxyde. Zum Schmelzen desselben wird ein weit höherer Feuersgrad erfordert; es wird aber bei einer niederen Tem-

---

\*) Proust Jour. de Phys. LV, 328.

peratur verflüchtigt, und bildet weiße prismatische Krystalle von Silberglanz. Hundert Theile desselben enthalten:

77 Antimonium.

23 Sauerstoff.

100.

Wird es mit dem vierten Theile Antimonium geschmolzen, so wird es ganz in Protoxyde verwandelt \*).

Verbindung III. Man hat bis jetzt das Antimonium weder mit brennbaren Stoffen

mit Kohlenstoff noch Wasserstoff verbinden können. Erhitzt man die Dryden desselben mit Kohle oder Del, so werden sie, wiewohl unvollkommen wiederhergestellt, es sey dann, daß eine andre Substanz z. B. Kali vorhanden wäre, um das Schmelzen des Metalls zu befördern. Der größere Theil bleibt als eine schwarze schwammige Masse zurück, die sich oft an der Luft entzündet. Mit Schwefel und Phosphor verbindet sich das Antimonium leicht.

Schwefelhaltiges Antimonium. I, Man kann das schwefelhaltige Antimonium dadurch bereiten, daß man Antimonium und Schwefel in einem Schmelztiegel zusammenschmilzt. Es hat eine dunkel blau graue Farbe, einen fast metallischen Glanz: ist ungleich leichtflüssiger als das metallische Antimonium und krystallisirt beim langsamen Erkalten.

Nach Bergmann bestehet diese Zusammensetzung in hundert Theilen aus 74 Theilen Antimonium und 26 Theilen Schwefel \*). Mit dieser Angabe stimmen die neuesten Versuche von Proust sehr gut. Nach ihm enthalten hundert Theile schwefelhaltiges Antimonium:

\*) Proust Jour. de Phys. LV, 328.

\*\*\*) Bergm. Opusc. III, 167.

75,1 Antimonium.

24,9 Schwefel.

---

100,0 \*)

Man findet diese Verbindung in der Natur in sehr großer Menge, ja es ist fast das einzige Erz aus welchem das Antimonium erhalten wird. Dieses Erz wurde von den frühern Chemisten eigentlich Antimonium genannt; und das daraus erhaltene Metall hieß Regulus Antimonii \*\*).

2. Das Protoxyde des Antimoniums verbindet sich, wenn es geschmolzen ist, mit sehr verschiedenen Antheilen des schwefelhaltigen Antimoniums. Das dadurch erhaltene Produkt ist halbdurchsichtig und hat eine bräunlich rothe Farbe; sein Äußeres hängt aber vorzüglich von dem Verhältniß seiner Bestandtheile ab. Bestehet es aus ungefähr acht Theilen Antimoniumoxyde und einem Theile schwefelhaltigen Antimonium, so hat es eine rothe Farbe und ist halbdurchsichtig.

Glas des Antimoniums. In diesem Zustande nennt man es Spießglanzglas. Enthält es acht Theile Oxyde und zwei Theile schwefelhaltiges Antimonium, so ist es undurchsichtig, und hat eine rothe Farbe, die ins Gelbe fällt. Dieses ist der officinelle Crocus metallorum (Metallsafran). Acht

\*) Jour. de Phys. LV, 325.

\*\* ) Man bedient sich des schwefelhaltigen Antimoniums zuweilen, um andere Metalle vom Golde zu trennen. Wird es mit Golde erhitzt, so nimmt es alle andre Metalle hinweg, während sich ein Theil des Antimoniums mit dem Golde verbindet. Diesen Antheil schafft man dadurch hinweg, daß man das Gold mit Salpeter einem heftigen Feuer aussetzt. Diese Eigenschaft des schwefelhaltigen Antimoniums veranlaßte die Alchemisten es den Wolf zu nennen: quia ferocia sua omnia metalla praeter leonem h. antum, absumit. Homeri Poppii Basilica Antimonii C. I.

Theilt Dryde und vier Theile schwefelhaltiges Antimonium bilden eine undurchsichtige Masse von dunkelrother Farbe; diese ist die officinelle Spießglanzleber \*).

Erhitzt man Schwefel mit irgend einem der Dryden des Antimoniums, so werden diese, wenn der Schwefel in hinreichender Menge vorhanden ist, reducirt. Ist die Menge hiezu zu gering, so desoxydirt sie einen Theil desselben, verbindet sich damit, und das dadurch gebildete schwefelhaltige Antimonium vereinigt sich mit dem übrigen Dryde, das stets in Protoxyde verwandelt wird. Dieses ist der Grund, warum man diese Zusammensetzungen auf sehr verschiedenem Wege erhalten kann.

Das Spießglangzglas wird gewöhnlich auf die Art bereitet, daß man gepulvertes schwefelhaltiges Antimonium in einem offenen Gefäße eine beträchtliche Zeit hindurch der Einwirkung einer gelinden Hitze aussetzt. Durch dieses Verfahren, welches man rösten nennt, wird der größte Theil des Schwefels verflüchtigt, und das Metall in Protoxyde verwandelt. In diesem Zustande schüttet man es in einen Schmelztiigel, und schmilzt es bei einer raschen Hitze zu Glase. Wird das Rösten so lange fortgesetzt, bis aller Schwefel entwichen ist, so erhält man bloß eine dunkelgefärbte Schlacke; so wie aber eine geringe Menge Schwefel oder schwefelhaltiges Antimonium zugesetzt wird, erhält man diese Zusammensetzung \*\*). Das in den Apotheken befindliche Spießglangzglas ist selten rein, sondern enthält fast immer,

\*) Proust Jour. de Phys. LV, 534.

\*\*\*) Bergm. Opusc. III, 166.

wie *Vauquelin* gezeigt hat \*), ungefähr 0,09 Kiesel-erde, die wahrscheinlich von den Schmelz-riegeln, in welchen die Ingredienzien zu dieser Zusammensetzung geschmolzen wurden, herrührt; denn in den Schmelz-riegeln ist eine beträchtliche Menge Kiesel-erde befindlich.

Das Peroxyde des Antimoniums ist völlig unfähig schwefelhaltiges Antimonium aufzulösen, daher ist es auch nicht zur Bereitung dieses Glases anwendbar.

3. Mischt und schmilzt man gleiche Theile Antimonium und Phosphorglas mit etwas Kohlenphlver zusammen, so wird phosphorhaltiges Antimonium erhalten. Es hat eine weiße Farbe, ist spröde, hat einen blättrigen Bruch, der eine Menge kleiner kubischer Facetten zeigt. Beim Schmelzen stößt diese Zusammensetzung eine grüne Flamme aus, und es wird weißes Oxyde des Antimoniums sublimirt. Man erhält auch dann phosphorhaltiges Antimonium, wenn man Phosphor in schmelzendes Antimonium wirft \*\*\*).

IV. Das Antimonium verbindet sich weder mit dem Stickstoffe noch mit der Salzsäure.

Verbindung V. Mit den meisten Metallen läßt sich das An-  
gen des An- timonium leicht zusammenschmelzen, allein von dem  
timonium größeren Theil dieser Gemische, ist bis jetzt noch  
mit Metalle grö- kein Gebrauch gemacht worden.  
ten.

Mit Gold I. Antimonium und Gold lassen sich durch Schmelzen mit einander verbinden. Das dadurch entstehende Metallgemisch ist spröde, und von gelber Farbe. Die Alchemisten schenken dieser Verbindung große Aufmerksamkeit, indem

\*) *Ann. de Chim.* XXXIV, 139.

\*\*) *Pelletier Ann. de Chim.* XIII, 152.

indem sie glaubten, man könne dadurch, daß man das Gold mit Antimonium zusammenschmilzt, und es dann reinigt, die Menge desselben vermehren \*).

Natthett fand, wenn er Antimonium in geschmolzenes Gold warf, daß ein Theil des ersteren verflüchtigt wurde. Von 453 Theilen Antimonium die in 5307 Theile Gold ein getragen wurden, verschwanden 93 Theile. Das übrigbleibende Gemisch bestand aus einem Theile Antimonium und 15 Theilen Gold. Es hatte eine schmutzige blasgelbe Farbe, war spröde, auf dem Bruche aschgrau von feinem Korn, und porcellanähnlichem Ansehn. Selbst dann, wann die Menge des Antimoniums nicht mehr als  $\frac{1}{1920}$  des Ganzen betrug, war die Mischung spröde. Wird Gold in der Nachbarschaft des Antimoniums geschmolzen, so daß es die Dämpfe des letztern treffen, so wird es gleichfalls spröde.

Mit Platin. 2. Das Platin verbindet sich leicht mit dem Antimonium. Das Gemisch ist spröde und ungleich leichter als Platin \*\*). Das Antimonium läßt sich in der Folge nicht völlig vom Platin abscheiden.

Mit Silber. 3. Das Silber läßt sich durch Schmelzen mit dem Antimonium vereinigen. Das Gemisch ist spröde, und sein specifisches Gewicht ist nach Gellerts Versicherung \*\*\*) größer als die Rechnung angiebt.

\*) Daher nannte man das Antimonium *Balneum regale*. Der Grund des hiebei statt gefundenen Irrthums fällt in die Augen; sie schieden nicht alles Antimonium, das sich mit dem Golde vereinigt hatte, von letzterem ab; daher die Zunahme des Gewichts.

\*\*\*) Dr. Lewis.

\*\*\*) Metallurg. Chemis. S. 136.

Mit Queck- 4. In der Kälte läßt sich das Quecksilber mit  
silber. dem Antimonium nicht amalgamiren. Mischt man  
drei Theile Quecksilber mit einem Theile geschmolzenen Anti-  
monium, so erhält man ein weiches Amalgam, das sich in  
kurzer Zeit von selbst zersetzt \*). Gellert erhielt gleich-  
falls dieses Amalgam.

Mit Kupfer. 5. Kupfer läßt sich ohne Schwierigkeit mit  
Antimonium zusammenschmelzen †). Wenn dieses Gemisch  
aus gleichen Theilen beider Metalle bestehet, so hat es eine  
schönviolette Farbe, und sein specifisches Gewicht ist größer  
als es durch Rechnung gefunden wird ††). Die Alchemisten  
nannten diese Zusammensetzung *Regulus Veneris*.

Mit Eisen. 6. Das Eisen bildet mit dem Antimonium ein  
sprödes hartes Gemisch, dessen specifisches Gewicht geringer  
ist, als die Rechnung angiebt. Das Antimonium stört die  
magnetischen Eigenschaften des Eisens mehr, als die meisten  
übrigen Metalle †††). Man erhält dieses Gemisch auch da-  
durch, daß man in einem Schmelztiigel zwei Theile schwe-  
felhaltiges Antimonium mit einem Theile Eisen zusammen-  
schmelzt. Ehemals nannte man dieses Gemisch *Regulus*  
*martialis*.

Mit Zinn. 7. Das Gemisch aus Zinn und Antimonium  
ist weiß und spröde, sein specifisches Gewicht ist geringer  
als durch Rechnung gefunden wird \*). Man bedient sich  
desselben zu verschiedenen Zwecken; vorzüglich zu den Platten  
in welche man die Noten sticht \*\*).

\*) Wallerius.

†) Metall. Chemie. S. 141.

††) Ebend. S. 156.

†††) Ebend.

\*) Gellert S. 136.

\*\*) Fourcroy VI, 26.

Mit Blei. 8. Schmilzt man gleiche Theile Blei und Antimonium zusammen, so erhält man ein poröses, sprödes Metallgemisch. Drei Theile Blei und ein Theil Antimonium geben ein dichtes, streckbares Gemisch, das weit härter als Blei ist. Zwölf Theile Blei und ein Theil Antimonium geben eine sehr streckbare Zusammensetzung, die an Härte das Blei bei weitem übertrifft. Sechszehn Theile Blei und ein Theil Antimonium geben ein Metallgemisch, das sich vom Blei nur in der Härte unterscheidet. Aus dieser Zusammensetzung werden die Lettern für die Buchdruckereien gemacht. Ihre Zähigkeit ist sehr groß \*), und ihr specifisches Gewicht größer, als durch Rechnung gefunden wird \*\*).

Mit Zink. 9. Die Verbindung zwischen Zink und Antimonium läßt sich leicht bewerkstelligen. Das Gemisch ist hart und spröde, und ähnelt in der Farbe dem Stahl. Sein specifisches Gewicht ist geringer, als durch Rechnung gefunden wird \*\*\*).

Mit Wis- 10. Das Antimonium bildet mit dem Wismuth-  
muth. ein sprödes Metallgemisch; mit dem Magnesium vereinigt es sich nur unvollkommen. Die Zusammensetzungen, die es mit dem Nickel und Kobalt bildet, sind noch nicht untersucht worden.

Verwand- VI. Die Verwandtschaften des Antimoniums und  
schaften. seiner Dryden sind nach Bergmann folgende:

Antimonium.	Dryden des Antimoniums.
-------------	-------------------------

Eisen.

Salzsäure.

Kupfer.

Kleesäure.

\*) Muschenbröf.

\*\*) Gellert S. 136.

\*\*\*) Ebd.

Zinn.	Schwefelsäure.
Blei.	Salpetersäure.
Nickel.	Weinsteinsäure.
Silber.	Milchzuckersäure.
Wismuth.	Phosphorsäure.
Zink.	Zitronensäure.
Gold.	Bernsteinsäure.
Platin.	Flußsäure.
Quecksilber.	Arseniksäure.
Arsenik.	Milchsäure.
Kobalt.	Essigsäure.
Schwefel.	Boraxsäure.
	Blausäure.
	Kohlensäure.

## Dreizehnter Abschnitt.

## V o m T e l l u r i u m.

Geschichte. I. Das Tellurium macht den Bestandtheil eines Erzes aus, das zu Mariahilf in den Gebirgen von Fatzbay unweit Salathna in Siebenbürgen gefunden wird, eine blauweiße Farbe und metallischen Glanz hat. Lange war man über die eigentliche Beschaffenheit desselben zweifelhaft. Zwar wußte man, daß in ihm etwas Gold enthalten sey, ob aber das übrige Wismuth, Antimonium oder irgend eine andere Substanz sey, war unentschieden. Müller v. Reichenstein untersuchte es im Jahre 1782 \*), und schloß

\*) Vorn III, 468.

aus seinen Versuchen, daß in diesem Fossil, welchem man den Namen Aurum problematicum, Aurum paradoxum, auch Aurum album gegeben hatte, ein von jedem andern verschiedenes Metall befindlich sey. Da er sich auf seine Versuche nicht verließ, so sandte er eine Probe von diesem Erze an Bergmann; sie war aber zu klein, als daß dieser berühmte Chemist die Streitfrage hätte entscheiden können; doch mittelte er dieses aus, daß das in dem überschickten Fossil enthaltene Metall kein Antimonium sey. Müllers Versuche schienen so befriedigend, daß Kirwan in der zweiten Ausgabe seiner Mineralogie, die im Jahre 1796 herauskam, es als ein eigenes Metall unter dem Namen Sylvénit auführte.

Klaproth machte eine Analyse dieses Erzes im Jahre 1798 bekannt. Durch sie wurden Müllers Versuche völlig bestätigt \*). Nach Klaproth macht das neue Metall 0,925 von den Bestandtheilen jenes Erzes aus; von ihm erhielt es auch den Namen Tellurium, eine Benennung, welche die meisten Naturforscher angenommen haben. Gmelin untersuchte das Erz im Jahre 1799 \*\*), und erhielt dieselben Resultate wie Müller und Klaproth. Durch die Bemühungen dieser Chemisten sind folgende Eigenschaften an diesem Metalle ausgemittelt worden.

Eigenschaft I. Es hat eine bläulich weiße Farbe, die das  
ten. Mittel zwischen der des Zinnes und Bleies hält; sein Gefüge ist blättrig wie beim Antimonium; sein Glanz ist beträchtlich.

\*) Crells chemische Ann. 1798. B. I. S. 91.

\*\*\*) Crells chem. Ann. 1799. B. I. S. 275. und S. 365.

2. Die Härte desselben ist noch nicht ausgemittelt worden. Nach Klaproth beträgt sein specifisches Gewicht 6,115 \*).

3. Es ist ausnehmend spröde und läßt sich zu Pulver stoßen.

4. Bei einer Temperatur, die etwas höher ist, als die bei welcher Blei schmilzt, kommt es in Fluß. Wird die Hitze etwas verstärkt, so fängt das Metall an zu kochen, verdunstet und setzt sich in glänzenden Tropfen in dem obern Theile der Retorte an, in welcher der Versuch gemacht wird. Es ist demnach nach dem Quecksilber und Arsenik das flüchtigste unter den Metallen. Läßt man es langsam erkalten, so krySTALLISIRT ES.

II. Vor dem Löthrohre auf der Kohle entzündet es sich, brennt mit einer lebhaften blauen Flamme, die am Rande grün ist. Das Metall verflüchtigt sich ganz als ein weißer Dampf, der nach Klaproth einen dem Rettige ähnlichen Geruch verbreiten soll \*\*).

Dieser weiße Dampf ist das Dryde des Telluriums. Man erhält dasselbe gleichfalls, wenn man das Metall in salpetriger Salzsäure auflöst, und die Auflösung mit einer beträchtlichen Menge Wasser verdünnt. Es fällt hierauf ein weißes Pulver zu Boden, welches dieses Dryde ist. Auch dadurch, daß man eine Auflösung des Tellurs in Salpetersäure

\*) Müller fand es 6,343, wahrscheinlich war aber das zum Versuch gewählte Stück nicht rein.

\*\*\*) Gmelin konnte diesen Geruch nicht wahrnehmen. A. d. W. Ich habe mich bei Klaproth's Versuchen mehrmals von dem charakteristischen Rettig. Geruch dieses Dampfes überzeugt. A. d. U.

durch Kali, welches man der Auflösung in kleinen Antheilen zusetzt, fällt, wird dieses Dryde erhalten.

Dieses Dryde schmilzt leicht zu einer strohfarbenen Substanz, welche ein strahliges Gefüge hat. Knetet man es mit Del zu einem Teige, und erhitzt man es im Kohlentiegel, so wird es so rasch reducirt, daß eine Art von Explosion statt findet.

Schwefelhaltiges Tellur. III. Das Tellur läßt sich mit dem Schwefel leicht zusammenschmelzen. Diese Zusammensetzung hat eine bleigraue Farbe, und ein strahliges Gefüge; auf glühenden Kohlen brennt sie mit blauer Flamme.

Durch Reiben kann man das Tellur mit Quecksilber amalgamiren. Die übrigen Eigenschaften dieses Metalls sind noch nicht untersucht worden.

### Vierzehnter Abschnitt.

#### V o n A r s e n i k .

Geschichte. I. Das Wort Arsenik (*arsenikon*) kommt zuerst in den Werken des Dioscorides und einiger andern Schriftsteller vor, die zu Anfang der christlichen Zeitrechnung schrieben. Es bezeichnet dieselbe Substanz, welche Aristoteles *σανδαράχη* \*), und sein Schüler Theophrast *arsenikon* genannt hat, die ein rothes, aus Arsenik und Schwefel bestehendes Fossil ist, und welche die Alten zur Malerei und in der Arzneikunde brauchten.

\*) Plinius scheint einen Unterschied zwischen Sandarach und Arsenik zu machen. Plin. Hist. nat. Lib. XXXIV. C. 18.

Des weißen Arsenikoxyde, oder derjenigen Substanz, welche unter dem Namen des Arseniks im Handel vorkommt, erwähnt Avicenna im eilften Jahrhunderte. Das ist übrigens unbekannt, wenn man zuerst das Arsenik metallisch aus diesem Dryde abgeschieden hat. Paracelsus scheint dieses Metall gekannt zu haben, und in Schröders Pharmakopée, welche im Jahre 1694 erschienen ist \*), befindet sich ein Proceß, dasselbe darzustellen. Allein erst im Jahre 1733 wurde dieses Metall mit chemischer Genauigkeit untersucht. Die Versuche, welche Brandt anstellte, zeigten die eigenthümliche Beschaffenheit dieser Substanz, und seit dieser Zeit ist es stets als ein eignes Metall anerkannt worden, welchem man den Namen Arsenik gegeben hat. Macquer beschäftigte sich im Jahre 1746 \*\*), Monnet im Jahre 1773 \*\*\*), und Bergmann im Jahre 1777 †), mit genauerer Untersuchung der Eigenschaften dieses Metalls. Den Bemühungen dieser Naturforscher, so wie denen von Scheele verdanken wir das meiste, was wir von diesem Gegenstande wissen.

Eigenschaft I. Das Arsenik hat eine bläulich weiße Farbe, welche der des Stahls nicht unähnlich ist, und ziemlich viel Glanz. Kalt bemerkt man kaum einen Geruch an demselben, wird es aber erwärmt, so verbreitet es einen starken Geruch nach Knoblauch, der sehr charakteristisch ist.

2. Seine Härte übertrifft kaum 5 ††), sein specifisches Gewicht ist gleich 8,31 †††).

\*) Bergm. Opusc. II, 273.

\*\*) Mem. Par. 1746. p. 223 et 1748. P. 35.

\*\*\*) Sur l'Arsenic. †) Scheele. ††) Opusc. II, 272.

††) Ebend.

Das Arsenik ist vielleicht das sprödeste unter allen Metallen, indem es bei einem mäßigen Hammerschlage in Stücken springt, und sich in einem Mörtel leicht zu Pulver stoßen läßt.

4. Die Temperatur, bei welcher das Arsenik in Fluß kommt, ist noch nicht ausgemittelt worden, indem es, wenn es in verschlossenen Gefäßen einer Hitze von  $540^{\circ}$  ausgesetzt wird, sublimirt wird. Wenn es langsam sublimirt wird, so krystallisirt es in Tetraëdern, welches nach Hauy die Gestalt seiner integrirenden Theile ist.

II. Man kann das Arsenik unter Wasser aufbewahren, ohne daß es Veränderung erleidet; allein an der freien Luft verliert es bald seinen Glanz, wird schwarz, und zerfällt zu Pulver.

Es verbindet sich mit zwei verschiedenen Antheilen Sauerstoff, und bildet zwei Zusammensetzungen, die man das Protoryde und Peroxyde des Arseniks nennen könnte, wenn sie nicht in mehreren Eigenschaften mit den Säuren übereinkämen.

Protoryde. I. Setzt man das Arsenik unter dem Zutritte der Luft einer mäßigen Hitze aus, so sublimirt es sich als ein weißes Pulver, und stößt zu gleicher Zeit einen knoblauchartigen Geruch aus. Wird die Hitze verstärkt, so entzündet es sich, und brennt mit einer dunkel bläulichten Flamme. Das Arsenik gehört überhaupt zu den verbrennlichsten Metallen.

Diejenige Substanz welche sich sublimirt hat, wurde ehemals Arsenik oder weißer Arsenik genannt, und kommt unter diesen Nahmen noch jetzt im Handel vor. Sie ist eine Verbindung des Arseniks mit Sauerstoff, und führt in der wissenschaftlichen Nomenklatur den Nahmen des wei-

ßen Arsenikoxyde. Fourcroy nennt sie arsenichte Säure, weil sie sich in mehreren Eigenschaften den Säuren nähert. Da dieses Oxyde in der Natur angetroffen wird, so wird es selten von den Chemisten bereitet; häufig erhält man es bei der Ausscheidung andrer Metalle aus ihren Erzen \*\*).

Wird es durch diese Verfahrensarten erhalten, so erscheint es als eine weiße, spröde, dichte Substanz, die ein glasiges Ansehn hat. Der Geschmack dieses Oxyde ist anfänglich scharf und herbe, zuletzt bleibt ein süßlicher Nachgeschmack zurück. Es ist eines der wirksamsten Gifte. Sein Geruch ist knoblauchartig. Bei einer Temperatur von 60° lösen 80 Theile Wasser einen Theil desselben auf, von kochendem Wasser sind nur 15 Theile erforderlich \*\*). Diese Auflösung hat einen herben Geschmack, und röthet blaue Pflanzenfarben. Wird sie langsam verdunstet, so krystallisirt das Oxyde in Tetraëdern. Bei einer Temperatur von 283° wird das weiße Oxyde des Arsens verflüchtigt. Erhitzt man es in verschlossenen Gefäßen, so wird es durchsichtig wie Glas; an der freien Luft erhält es aber bald sein voriges Ansehn. Das specifische Gewicht dieses Glases ist 5,000; das von dem Oxyde im gewöhnlichen Zustande 3,706 \*\*\*). Man kann dieses Oxyde mit den meisten Metal-

\*\*\*) Das weiße Arsenikoxyde kommt zwar hin und wieder in der Natur vor, allein keinesweges in so großer Menge, daß man einen Gebrauch davon machen könnte. Der Chemist bereitet es freilich selten, weil es als Kunstprodukt, aber nicht natürlich in großer Menge bei dem Rösten der Kobalterze erhalten wird.

Ann. d. Uebers.

\*\*\*) Bergm. II, 291.

\*\*\*\*) Ibid. II, 286.

len verbinden, die im allgemeinen dadurch spröde werden. Nach Proust's Versuchen, enthalten hundert Theile desselben:

75,2 Arsenik
24,8 Sauerstoff
100,0 *)

Versoxyde oder Arsenik-  
säure. 2. Dieses Oxyde kann sich mit einem neuen Anthteile Sauerstoff verbinden, und eine andre Zusammensetzung liefern, welche Scheele entdeckt hat, und die den Namen der Arseniksäure führt. Um sie zu bereiten giebt Scheele folgende Vorschrift. Man löse drei Theile weißes Arsenikoxyde in sieben Theilen Salzsäure auf, setze zur Auflösung fünf Theile Salpetersäure, bringe die Mischung in eine Retorte, und destillire so lange, bis alle Flüssigkeit übergegangen ist. Die trockne Masse wird bis zum Rothglühen erhitzt, worauf man sie erkalten läßt. Sie ist trockne Arseniksäure. Buchholz hat kürzlich gezeigt, daß es unnöthig sey, soviel Salzsäure als Scheele vorschreibt, zu diesem Versuche zu verwenden. Die Vorschrift welche er für die zweckmäßigste hält, ist nachstehende. Man macht eine Mischung aus zwei Theilen Salzsäure deren specifisches Gewicht 1,200; acht Theilen weißem Arsenikoxyde und vier und zwanzig Theilen Salpetersäure deren specifisches Gewicht 1,25 ist. Diese Mischung wird in einem Schmelztiegel bis zur Trockene verdunstet, und die trockne Masse bis zum schwachen Rothglühen erhitzt (\*\*).

\*) Jour. de Phys. LIII, 94. Dasselbe Verhältniß der Bestandtheile fand Rose. Nach Richter enthalten 100 Theile weißes Arsenikoxyde: 86,86 Arsenikmetall; 13,14 Sauerstoff.

Ann. d. Ueberf.

\*\*) Allgem. Jour. der Chemie. B. IX. S. 397 ff.

Die so bereitete Säure hat wenn sie trocken ist, keinen sehr strengen Geschmack; wird sie aber in Wasser aufgelöst, so schmeckt sie ausnehmend sauer, und bleibt selbst dann flüßig, wenn sie bis zur Konsistenz einer Gallerte verdunstet worden. Sie ist dem thierischen Körper eben so nachtheilig, als das weiße Oxide des Arseniks. Proust fand in hundert Theilen derselben:

65,4 Arsenik
34,6 Sauerstoff
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
100,0

Mit dieser Angabe stimmen die von Buchholz erhaltenen Resultate sehr gut \*).

Die übrigen Eigenschaften dieser beiden Verbindungen des Arseniks mit dem Sauerstoffe sollen in dem Abschnitte, der von den Säuren handelt, erörtert werden.

\*) Auch Rose fand das Verhältniß der Bestandtheile in der Arseniksäure mit Proust übereinstimmend. Nach Richter sind 100 Theile Arseniksäure zusammengesetzt, aus: 74,09 Arsenik, 25,91 Sauerstoff.

Richter glaubt noch einen dritten mittleren Grad der Oxidation bei dem Arsenik annehmen zu müssen. Wenn er gegläuhete Arseniksäure in Wasser auflöste, so bemerkte er, daß sich ein weißes lockeres Pulver abschied, welches sich in seinen Eigenschaften dem weißen Arsenikoxide näherte, doch nicht ganz so flüchtig wie dieses war. Wahrscheinlich findet aber hier ein Irrthum statt. Der Arseniksäure wurde durch das Glühen ein Theil ihres Sauerstoffes entzogen, und dadurch ein Theil derselben in weißes Arsenikoxide verwandelt. Auch führt Richter keinen entscheidenden Versuch an, wodurch die Eigenthümlichkeit dieser Substanz bewährt wird.

Da übrigens die Arseniksäure durch anhaltendes Glühen ganz in diese Substanz verwandelt werden kann, so muß man das Glühen der Arseniksäure, wenn man ihr den Wassergehalt entziehen will, nicht weiter treiben, als bis die Masse gestossen ist.

Anm. d. Uebers.

Verbindung mit brennbarem Stoffen. III. Das Arsenik verbindet sich weder mit dem Kohlenstoff noch Wasserstoff. Diese letzte Substanz löset es jedoch auf, wenn sie sich im gasförmigen Zustande befindet.

Arsenikhaltiges Wasserstoffgas. Scheele war der erste welcher das arsenikhaltige Wasserstoffgas bei seinen Versuchen über die Arseniksäure entdeckte. Es entwickelte sich, als er Arseniksäure mit Zink digerirte \*).

Proust erwähnt dieses Gases bei Gelegenheit seiner Versuche über das Zinn. Tromsdorf hat aber kürzlich seine Eigenschaften untersucht, und dasselbe einer Analyse unterworfen \*\*). Das Wesentlichste seiner Versuche ist Folgendes.

Bildung desselben. Man kann dieses Gas auf verschiedenen Wegen erhalten. Wird z. B. Salzsäure mit Arsenik gekocht, so wird das Metall allmählich oxydirt und aufgelöst; zu gleicher Zeit wird arsenikhaltiges Wasserstoffgas entbunden. Nach Tromsdorf ist das zweckmäßigste Verfahren dieses, daß man verdünnte Schwefelsäure auf vier Theile granulirtes Zink und einen Theil Arsenik gießt.

Eigenschaften. Dieses Gas hat einen knoblauchartigen Geruch, wird vom Wasser nicht absorbirt, und verändert die Farbe der Lackmus-Tinktur nicht. Brennende Substanzen verlöschen in demselben; das thierische Leben zerstört es. Ein französischer Kubitzoll wiegt 0,2435 Gran (ich vermuthete, daß Tromsdorf sich des französischen Gewichts bedient habe), dem zufolge würden 100 englische Kubitzoll 16,4 Gran

\*) Scheele phys. chem. Schriften. B. II. S. 136.

\*\*) Nicholson's Journal VI, 209.

Eron Gewicht, oder etwas mehr als halb so viel als eine gleiche Menge athmosphärischer Luft wiegen. Tromsdorf sagt: es sey schwerer als schwefelhaltiges Wasserstoffgas; er muß aber wohl kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas meinen.

Dieses Gas wird weder von der athmosphärischen Luft, noch vom Stickgase, und Wasserstoffgase verändert. Mit Salpetergas erleidet es eine Verminderung seines Volumens gleich 0,02. Mit gasförmiger oxydirter Salzsäure vermischt, erfolgt gleichfalls eine Verminderung des Volumens, und es werden Arsenikkrystalle abgesetzt, die bei einem Zuzage von einer größern Menge oxydirter Salzsäure, allmählig oxydirt werden. Während dieser Einwirkung wird Wasser gebildet. Schwefelhaltiges Wasserstoffgas verändert das arsenikhaltige Wasserstoffgas nicht; wird aber der Mischung gasförmige oxydirte Salzsäure zuzesetzt, so wird schwefelhaltiges Arsenik (Dypperment) abgetrieben.

Es brennt mit einer blauen Flamme; ist die Mündung der Flasche eng, so wird Arsenik abgetrieben. Mit Sauerstoffgas explodirt es, und es wird Arseniksäure gebildet. Nach Tromsdorf besteht dieses Gas aus:

$$\begin{array}{r} 363 \text{ Theilen Wasserstoff,} \\ 2082 \text{ ——— Arsenik,} \\ \hline 2445, \end{array}$$

oder im Hundert aus:

$$\begin{array}{r} 14,8 \text{ Wasserstoff,} \\ 85,2 \text{ Arsenik,} \\ \hline 100,0. \end{array}$$

Ich leugne nicht, daß mir diese Bestimmung unverständ-

lich ist, und vermuthe, daß hier ein Druckfehler statt findet \*).

\*) Tromsdorf giebt (Journal, 2r Pharmacie B. XII. St. I. S. 14 ff.) das specifische Gewicht dieser Gasart bei einem Barometerstande von 28 Zoll, und einer Temperatur von  $10^{\circ}$  Reaum. gleich 0,5292 an, das der atmosphärischen Luft gleich 1,0000 gesetzt. Ein Kubikzoll (Mißfranz.) wiegt 0,2435 Gr.; oder ein Kubikzoll rheinländ.: 0,1869 Gran deutsches Medicinalgewicht. Aus dieser Bestimmung geht hervor, daß dieses Gas leichter ist, als Sauerstoffgas, Stickgas, die atmosphärische Luft, das kohlensaure Gas, das Salpetergas, das gasförmige Ammonium und das gasförmige Kohlenoxyde, schwerer als Wasserstoffgas und gasförmige schweflichte Säure.

Wenn der Verfasser im Texte sagt, Tromsdorf könne unmöglich sagen, dieses Gas sey schwerer, als schwefelhaltiges Wasserstoffgas, und daß es wohl kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas heißen soll, so ist wahrscheinlich ein Fehler des Uebersetzers daran Schuld (denn Thomson entlehnte seine Nachricht aus Nicholson's Jour. VI, 200.), der gasförmige schweflichte Säure und schwefelhaltiges Wasserstoffgas verwechselt hat.

Was die Bestimmung der verhältnißmäßigen Menge der Bestandtheile in dieser Gasart betrifft, von welcher der Verfasser sagt, er verstehe sie nicht, und wo er einen Druckfehler vermutet, so diene dieses zur Erläuterung:

Tromsdorf setzt voraus, es finde bei der Verbindung des Arseniks mit dem Wasserstoffgase keine Veränderung des Volumens statt, und schließt dem gemäß folgendermaßen:

Ein Kubikzoll reines Wasserstoffgas		} franz. Gewicht und Maß.
wiegt . . . . .	0,0353 Gr.	
Ein Kubikzoll Arsenikwasserstoffgas		
wiegt . . . . .	0,2435 Gr.	
Die Differenz beider ist demnach	0,2082 Gr.	

Diese 0,2082 werden für die Menge des aufgelösten Arseniks angenommen; folglich wäre ein Kubikzoll Arsenikwasserstoffgas aus 0,0353 Wasserstoff und 0,2082 Arsenik dem Gewichte nach zusammengesetzt, oder hundert Theile dem Gewichte nach enthielten:

Wird Salpetersäure in ein mit dieser Gasart angefülltes Gefäß geschüttet, so erfolgt eine Detonation. Tropfbarflüssige oxydirte Salzsäure verwandelt es in Wasserstoffgas. Bedient man sich zu dem Versuche der Schwefelsäure, so überzieht eine Rinde von Arsenik unmittelbar das Gefäß. Beim Schütteln verwandelt sich die Rinde in ein bräunlich schwarzes Pulver; das Volumen des Gases wird vermindert, und der Rückstand ist Wasserstoffgas. Die Säure enthält schweflichte Säure und Arseniksäure. Dieser sonderbare Versuch verdient wiederholt zu werden. Das Gas fällt mehrere metallische Auflösungen, die des Silbers und Goldes im metallischen Zustande.

Es äußert wenig Wirkung auf die Alkalien, Oele und den Alkohol.

Schwefelhaltiges Arsenik. Der Schwefel verbindet sich leicht mit dem Arsenik. Schüttet man eine Mischung aus diesen beiden Substanzen in einen Schmelztiegel, und erhitzt man sie so lange, bis sie zu einer rothen glasigen Masse schmilzt, so ist dieselbe schwefelhaftiges Arsenik. Auch dadurch, daß man weißes Arsenikoxyde oder Arseniksäure mit Schwefel der Einwirkung des Feuers aussetzt, wird diese Zusammensetzung erhalten. In diesem Falle absorbirt aber ein Theil des Schwefels

---

14,5 Wasserstoff.

85,5 Arsenik.

100,0.

Diese Bestimmung des Verhältnisses der Bestandtheile hat aber keinen wissenschaftlichen Werth, weil die Voraussetzung, auf der sie beruhet, die Analogie gegen sich hat, und sonst durch nichts bewiesen ist.

Anm. d. Uebers.

Schwefels den Sauerstoff des Arseniks, und entweicht als gasförmige schweflichte Säure \*).

1. Realgar. Dieses schwefelhaltige Arsenik wird in vielen Gegenden natürlich gefunden. Gewöhnlich nennt man es Realgar. Es hat eine scharlachrothe Farbe, und ist oft in durchsichtigen Prismen krystallisirt. Sein spezifisches Gewicht ist 3,225 \*\*). Es ist ohne Geschmack, und der thierischen Oekonomie nicht so nachtheilig, als die Dryaden des Arseniks, ungeachtet es nach Macquers Versicherung gleichfalls giftig ist. Man bedient sich desselben zuweilen als Mahlerfarbe. Nach Westrumb enthalten hundert Theile dieser Zusammensetzung 80 Arsenik und 20 Schwefel \*\*\*).

2. Opperment. 3. Wird das weiße Arsenikoryde in Salzsäure aufgelöst, und eine Auflösung des schwefelhaltigen Wasserstoffes in Wasser, in die Flüssigkeit gegossen, so fällt ein schön gelbes Pulver zu Boden, dieses Pulver wird gewöhnlich Opperment genannt. Es wird gleichfalls erhalten, wenn Arsenik und Schwefel bei einem Feuergrade, der zum Schmelzen dieser Ingredienzien nicht hinreicht, sublimirt werden. Diese Substanz kommt häufig in der Natur vor. Sie bestehet aus dünnen Blättern welche einen großen Grad von Biegsamkeit haben. Ihr spezifisches Gewicht ist 5,315. Mehrere Chemisten vermutheten, daß der Unterschied zwischen dem Realgar und Opperment nur darin bestehe, daß letzteres eine geringere Menge Schwefel enthalte; andre glaubten, daß das Arsenik in demselben im Zustande

\*) Proust Jour. de Phys. LIII, 94.

\*\*\*) Bergmanni Opusc. II, 298.

\*\*\*\*) Crells Chem. Annalen 1785. B. I. S. 299.

eines Dryde befindlich sey, noch andre nahmen in ihm den schwefelhaltigen Wasserstoff als Bestandtheil an. Allein Proust hat gezeigt, daß wenn das Opperment stark genug erhitzt wird, es schmelze, ohne daß sich ein Gas entwickle, und daß es beim Erkalten völlig das Ansehn vom Realgar erhalte \*). Hieraus ergiebt sich, daß der Realgar gleichfalls schwefelhaltiges Arsenik sey, und daß sich beide Zusammensetzungen nur durch ihren Aggregat-Zustand von einander unterscheiden; oder daß vielleicht im Opperment etwas Wasser enthalten sey, welches dasselbe durch Schmelzen verliert. Sage hat die Bemerkung gemacht, daß wenn der Realgar einige Zeit dem Lichte ausgesetzt wird, er die gelbe Farbe des Opperments annehme \*\*).

Phosphorhaltiges Arsenik. 4. Das Arsenik verbindet sich leicht mit dem Phosphor. Diese Zusammensetzung läßt sich durch Destillation gleicher Theile dieser Ingredienzien bei einem mäßigen Feuer bewirken. Das phosphorhaltige Arsenik ist schwarz und glänzend, und muß unter Wasser aufbewahrt werden. Man kann es gleichfalls darstellen, wenn man gleiche Theile Phosphor und Arsenik in eine hinreichende Menge Wasser schüttet, und die Mischung einige Zeit lang mäßig erwärmt \*\*\*).

IV. Das Arsenik verbindet sich weder mit dem Stickgas, noch mit der Salzsäure, auch wird es durch die Einwirkung dieser Säure nur schwer oxydirt.

Verbindungen des Arsens. V. Mit den meisten Metallen läßt sich das Arsenik vereinigen: es macht sie in der Regel spröder und leichtflüssiger.

\*) Joar. de Phys. LIII, 94.

\*\*\*) Ibid. LVI, 55.

\*\*\*) Pelletier Ane. de Chim. XIII, 139.

Mit Gold. 1. Schmelzendes Gold nimmt nach Bergmann \*)  $\frac{1}{60}$  Arsenik auf. Das Gemisch ist spröde, blasgelb und ungleich härter als Gold.

Satchett fand, daß wenn er 453 Theile Arsenik in 5307 Theile im Fluß stehendes Gold warf, daß das Arsenik bis auf 6 Theile verflüchtigt wurde. Das Gemisch bestand demnach aus ungefähr einem Theile Arsenik gegen 900 Theile Gold. Es hatte die Farbe des Goldes, war spröde, bog sich aber doch vorher etwas, ehe es zersprang. Wird Gold bei der Rothglühhitze den Dämpfen des Arseniks ausgesetzt, so verbinden sich beide Metalle, bilden ein sehr schmelzbares Gemisch, das so wie es entsteht, herabtröpfelt. Dieses Gemisch hat eine graue Farbe, ist sehr spröde und besteht aus ungefähr 240 Theilen Gold gegen einen Theil Arsenik. Das Arsenik läßt sich durch die Hitze nicht leicht vom Golde scheiden.

Mit Platin. 2. Das Gemisch des Arseniks mit dem Platin ist spröde, und sehr leichtflüchtig. Scheffer war der erste, welcher dasselbe gemacht hat. Das Arsenik läßt sich durch Hitze abscheiden. Durch Zusammenschmelzen des Platins mit dem weißen Oxide des Arseniks, läßt sich dieses so schwer zu bearbeitende Metall zu Geräthen formen. Diese Mischung wird nach dem Schmelzen rothglühend zu Stangen gehämmert. Das Arsenik wird allmählich verflüchtigt, und nimmt die meisten fremden Metalle mit, durch die es etwa verunreinigt seyn könnte. Das Platin ist alsdann hinreichend streckbar, um verarbeitet werden zu können.

Mit Silber. 3. Im Fluß stehendes Silber nimmt  $\frac{1}{14}$  Arse-

\*) Bergm. Opusc. II, 281.

nik auf \*). Dieses Gemisch ist spröde, von gelber Farbe, und keinem Nutzen.

Mit Quecksilber. 4. Das Quecksilber läßt sich mit dem Arsenik dadurch amalgamiren, daß man eine Mischung aus beiden unter stetem Umrühren einige Zeit auf dem Feuer hält. Das Amalgam hat eine graue Farbe, und bestehet aus fünf Theilen Quecksilber und einem Theile Arsenik \*\*).

Mit Kupfer. 5. Das Kupfer läßt sich mit dem Arsenik in einem verschlossenen Schmelztiegel verbinden; man muß überdies die Oberfläche mit Kochsalz bedecken, um zu verhindern, daß durch den Zutritt der Luft das Arsenik nicht oxydirt werde. Dieses Gemisch ist weiß und spröde, und wird zu mancherlei Zwecken verwendet; gewöhnlich setzt man ihm noch etwas Zinn oder Wismuth zu. Es ist unter dem Nahmen des weißen Kupfers oder weißen Tombaks bekannt. Ist die Menge des Arseniks gering, so ist die Mischung sowohl streckbar als biegsam.

Mit Eisen. 6. Eisen und Arsenik lassen sich zusammenschmelzen. Das Gemisch ist weiß, spröde und krystallisirbar. Es kommt häufig in der Natur vor, und führt bei dem Mineralogen den Nahmen Mispickel. Das Eisen kann sich mit mehr als der Hälfte Arsenik dem Gewichte nach verbinden \*\*\*).

Mit Zinn. 7. Das durch Zusammenschmelzen des Arseniks mit Zinn erhaltene Metallgemisch ist weiß, härter, klingender als Zinn, und spröde: es sey dann, daß die Menge des Arseniks sehr gering wäre. Ein Gemisch welches aus 15 Theilen Zinn, und einem Theile Arsenik bestehet, krystalli-

\*) Bergm. Opusc. II, 281.

\*\*) Ibid.

\*\*\*) Ibid.

sirt wie das Wismuth in breiten Blättern; es ist spröder als Zink, und strengflüssiger als Zinn. Der Arsenik läßt sich dadurch abscheiden, daß man das Gemisch lange Zeit beim Zutritte der atmosphärischen Luft erhitzt \*).

Mit Blei. 8. Blei und Arsenik lassen sich durch Zusammenschmelzen mit einander vereinigen. Das Gemisch ist spröde, hat eine dunkle Farbe und bestehet aus Blättern. Blei nimmt  $\frac{1}{2}$  dem Gewichte nach vom Arsenik auf \*\*).

Mit Nickel. 9. Das Nickel verbindet sich leicht mit dem Arsenik, ja man findet ersteres selten, ohne daß es mehr oder weniger mit letzterem Metalle verunreinigt wäre. Diese Zusammensetzung fällt etwas ins Rödthliche, ist beträchtlich hart, und hat ein spezifisches Gewicht, das geringer ist als die Rechnung angiebt. Es ist nicht magnetisch, das Arsenik besitzt die sonderbare Eigenschaft durch seine Beimischung die magnetische Kraft des Eisens, überhaupt aller Metalle die magnetisch gemacht werden können, aufzuheben.

Mit Zink. 10. Wird eine Mischung aus Zink und weißem Arsenikoxyde destillirt, so verbinden sich beide Metalle \*\*\*). Dieses Metallgemisch bestehet nach Bergmann aus vier Theilen Zink, und einem Theile Arsenik.

Mit Antimonium. 11. Das Antimonium bildet mit dem Arsenik ein Metallgemisch welches äußerst spröde, hart und leichtflüssig ist. Nach Bergmann bestehet es aus sieben Theilen Antimonium und einem Theile Arsenik.

Mit Wismuth. 12. Wismuth läßt sich mit ungefähr  $\frac{1}{15}$  Arsenik dem Gewichte nach verbinden †), allein man

\*) Bayen. \*\*) Bergmann. \*\*\*) Malouin.

†) Bergm. Opusc. II, 281.

hat die Eigenschaften dieses Gemisches bis jetzt noch nicht untersucht.

Verwandtschaften.

VI. Die Verwandtschaften des Arseniks und seiner Dryden giebt Bergmann in folgender Ordnung an.

Arsenik,	Dryden des Arseniks,
Nickel,	Salzsäure,
Kobalt,	Aleesäure,
Kupfer,	Schwefelsäure,
Eisen,	Salpetersäure,
Silber,	Weinsteinsäure,
Zinn,	Phosphorsäure,
Gold,	Flusssäure,
Platin,	Milchzuckersäure,
Zink,	Bernsteinsäure,
Antimonium,	Zitronensäure,
Schwefel,	Milchsäure,
Phosphor,	Arseniksäure,
	Essigsäure,
	Blausäure,

### Fünfzehnter Abschnitt.

S o m m e r s a l z .

Geschichte. Seit dem funfzehnten Jahrhunderte bediente man sich in verschiedenen Ländern Europens um das Glas blau zu färben, eines Fossils welches Kobalt \*) genannt wurde.

\*) Das Wort Kobalt scheint von Cobalus abzustammen. Letzteres war der Name eines Geistes, welcher, den abergläubig

Die Natur dieses Fossils war bis zum Jahre 1733 wo Brandt dasselbe untersuchte, völlig unbekannt. Dieser berühmte schwedische Scheidekünstler, erhielt aus demselben ein Metall, dem er den Namen Kobalt gab \*). Bergmann bestätigte und erweiterte die von Brandt gemachte Entdeckung in mehreren Abhandlungen, welche er im Jahre

sehen Begriffen jener Zeiten zufolge, in den Bergwerken sein Wesen trieb, die Arbeiten der Bergleute zerstörte, und sie auf mannigfaltige Art neckte. Wahrscheinlich gaben die Bergleute diesem Fossil aus Scherz den Namen Kobalt, weil es eben so oft als jener Geist ihre Erwartungen täuschte, indem es falsche Hoffnungen erregte, und ihre Arbeit oft fruchtlos machte; denn da man anfänglich von demselben keinen Gebrauch zu machen verstand, so wurde es als unnütz auf die Seite geworfen. Ehemals war es in Deutschland gebräuchlich, in das Kirchengebet folgende Stelle einzurücken, Gott möge die Bergleute und ihre Arbeiten vor Kobolten und Geistern bewahren. Beckmanns Geschichte der Entdeckungen II, 362.

Mathesius sagt in seiner zehnten Predigt, wo er von *Cadmia fossilis* (wahrscheinlich Kobalters) redet: Ihr Bergleute nennt es Kobolt; Die Deutschen nennen den Teufel und des Teufels Huren und Heren, die durch ihre Zauberei Menschen und Vieh Schaden thun, alte schwarze Kibel.

Lehmann, Paw, Delaval und andre Naturforscher behaupten, daß den Alten die Smalte (ein mit Glas zusammengesetztes und gepulvertes Kobaltoxyde) bekannt gewesen sey, und daß sie sich derselben zum Färben des blauen Glases, das man noch unter den Ueberresten des Alterthums findet, bedient haben. Omelin, der mehrere Stücke von diesem Glase analysirt hat, hat aber gezeigt, daß die Farbe derselben nicht von Kobalt, sondern von Eisen herrühre.

Nach Lehmann bediente sich Christoph Schurer, ein Glasmacher zu Platten, um das Jahr 1540 zuerst der Kobalterses zum Blaufärben des Glases.

\*) Acta Upsal 1733 et 1742.

1780 bekannt machte \*). Die von Bergmann gemachten Erfahrungen erhielten gar keine Zusätze, bis im Jahre 1798 Lassaert eine Abhandlung über dieses Metall herausgab \*\*). Im Jahre 1800 wurde eine Reihe neuer Versuche in der Ecole des Mines zu Paris in der Absicht an- gestellt, um dieses Metall völlig rein darzustellen und seine Eigenschaften in diesem Zustande zu untersuchen \*\*\*). Hierzu kommen die Versuche von Thenard, die er 1802 bekannt machte; sie verbreiten vorzüglich Licht über die Verbindung dieses Metalls mit dem Sauerstoffe †).

Eigenschaft: I. Das Kobalt hat eine graue, etwas ins  
ten. Rothliche fallende Farbe, und besitzt keinen außer-  
ordentlichen Glanz. Sein Gefüge ist nach dem Feuergrade,  
dessen man sich beim Schmelzen desselben bediente, verschie-  
den. Zuweilen bestehet es aus Blättern, zuweilen aus Kör-  
nern; zuweilen aus dünnen mit einander verbundenen Fa-  
sern ††). Es hat kaum einigen Geruch und Geschmack.

2. Seine Härte ist 6. Sein specifisches Gewicht nach Bergmann und der Ecole des Mines zu Paris 7,7; Lassaert hingegen giebt es gleich 8,5384 an.

3. Es ist spröde und läßt sich leicht pulvern; nach der Versicherung von Leonhardi soll es sich, wenn es roth- glüheth, etwas strecken lassen. Seine Zähigkeit ist unbekannt.

4. Wird es bis zu einer Temperatur von 130° nach Wedgwoods Pyrometer erhitzt, so schmilzt es; allein kein

\*) Opusc. II, p. 444 et 501. VI, 371.

\*\*) Ann. de Chim. XXVIII, 101.

\*\*\*) Fourcroy Discours prelim. pag. 114.

†) Ann. de Chim. XLII, 210.

††) Ecole des Mines.

Grad von Hitze, welchen wir hervorbringen können, kann es verflüchtigen. Beim langsamen Erkalten im Schmelztiegel kann man, wenn man in dem Augenblicke, da die Oberfläche des Metalls anfängt fest zu werden, das Gefäß neigt, das Kobalt in unregelmäßigen Prismen krystallisirt erhalten \*).

5. Es wird eben so wie das Eisen vom Magnete angezogen; und nach Wenzel soll man aus demselben Magnete und Magnetnadeln, die sich von denen aus Eisen in ihren Wirkungen nicht unterscheiden, verfertigen können.

Oxyden. II. An der Luft erleidet das Kobalt keine Veränderung; dieses findet auch dann nicht statt, wenn es unter Wasser aufbewahrt wird. Seine Verwandtschaft zum Sauerstoff ist nicht stark genug, um eine Zerlegung des Wassers bewirken zu können.

Wird es einige Zeit unter dem Zutritte der Luft rothglühend erhalten, so absorbirt es allmählich Sauerstoff und wird in ein Pulver verwandelt, welches anfänglich eine blaue Farbe hat, die aber immer dunkler und dunkler wird, bis sie zuletzt schwarz, oder vielmehr so tief dunkelblau wird, daß sie dem Auge schwarz erscheint. Ist die Hitze sehr groß, so entzündet sich das Kobalt, und brennt mit einer rothen Flamme.

Nach Thénard kann sich das Kobalt wenigstens mit drei verschiedenen Antheilen Sauerstoff verbinden, und drei verschiedene Oxyden liefern, die sich besonders darstellen lassen.

Protoxyde. I. Das Protoxyde des Kobalts hat eine blaue Farbe. Man erhält es, wenn der in Salpetersäure aufgelöste Kobalt durch Kali gefällt wird. Der Niederschlag hat

---

\*) Fourcroy Syst. de Connoiss. Chim. V, 137.

eine blaue Farbe, wird aber, wenn er an der freien Luft getrocknet wird, allmählich schwarz. Wird dieses schwarze Pulver eine halbe Stunde lang in der Temperatur erhalten, welche in den Werkstätten, in denen man eiserne Geräthschaften verfertigt, das kirschbraune Glühen genannt wird, so entweicht derjenige Antheil des Sauerstoffes, welchen das Dryde beim Trocknen angenommen hatte, und verwandelt sich in ein blaues Pulver von schöner Farbe. Dieses Dryde löst sich in Säuren ohne Aufbrausen auf. Die concentrirte Auflösung in Salzsäure hat eine grüne Farbe, ist sie hingegen mit Wasser verdünnt, so ist sie roth. Die Auflösung desselben in Schwefelsäure oder Salpetersäure ist stets roth \*).

Deutoxyde. 2. Wird das aus der Auflösung in Säuren durch Kali frischgefällte Protoxyde der Luft ausgesetzt, so nimmt es allmählich, wie Lhenard gezeigt hat, einen neuen Antheil Sauerstoff an, wodurch seine Farbe in die olivengrüne verwandelt wird. Trocknet man es sorgfältig, ohne Hitze anzuwenden, so kann es in diesem Zustande erhalten werden. Dieses ist das Deutoxyde des Kobalts. Wird dieses Dryde mit verdünnter Salzsäure behandelt, so entwickelt eine mäßige Hitze aus demselben oxydirtes salzsaures Gas, und die Auflösung hat eine rothe Farbe. Hieraus sieht man, daß das Deutoxyde des Kobalts bei seiner Auflösung in Salzsäure einen Theil seines Sauerstoffes verliert \*\*).

Peroxyde. 3. Werden das Protoxyde oder Deutoxyde des Kobalts, die frisch aus der Auflösung der Säuren gefällt worden, durch Erwärmen an der freien Luft getrocknet, so nehmen sie eine floschbraune Farbe an, die allmählich dunkler

\*) Ann. de Chim. XLII, 213.

\*\*) Ibid. pag. 212.

wird, bis sie zuletzt ins Schwarze übergeht. Dieses ist das Peroxyde des Kobalts. Es löst sich mit Aufbrausen in Salzsäure auf, und es entwickelt sich eine beträchtliche Menge oxydirtes salzsaures Gas. Lhenard betrachtet die braune Farbe welche das Kobaltoxyde eher annimmt, als es schwarz wird, als ein Tritoxyde, allein seine Versuche reichen nicht hin, um diese Vermuthung zur Gewißheit zu erheben. Von dem röthlichen Niederschlage, welcher zuweilen beim Fällen des Kobalts aus Säuren erhalten wird, und den man für ein eigenthümliches Kobaltoxyde gehalten hat, vermuthet Lhenard, und zwar mit Grunde, daß er eine Verbindung des Kobaltoxyde mit Arseniksäure sey.

Verbindung  
mit brenn-  
baren Stoffen.

III. Das Kobalt verbindet sich weder mit dem Kohlenstoffe noch Wasserstoffe.

Schwefel-  
haltiges Ko-  
balt.

I. Mit dem Schwefel läßt es sich nicht durch Zusammenschmelzen vereinigen; man kann aber diese Zusammensetzung dadurch bewirken, daß man

vorher den Schwefel mit Kali verbindet, und ihn dann mit Kobalt zusammenschmelzt. Das schwefelhaltige Kobalt hat eine gelblich weiße Farbe, zeigt Spuren von Krystallisation, und kann kaum durch Hitze zersetzt werden.

Phosphor-  
haltiges  
Kobalt.

3. Das Phosphorhaltige Kobalt wird da-

nach erhalten, daß auf das glühende Metall nach und nach kleine Stückchen Phosphor gestreut werden. Es enthält ungefähr  $\frac{1}{3}$  Phosphor; hat eine weiße Farbe und ist spröde. In der Luft verliert es bald seinen metallischen Glanz. Der Phosphor wird durch die Hitze abgeschieden, und das Kobalt zu gleicher Zeit oxydirt. Diese Zusammensetzung ist ungleich schmelzbarer als das reine Kobalt \*).

\*) Ann. de Chim. XIV, 134.

IV. Das Kobalt geht weder mit dem Stickgase noch mit der Salzsäure eine Vereinigung ein.

Verbindun- V. Mit den meisten Metallen läßt sich das Ko-  
gen des  
kobalts. balt zusammenschmelzen, allein diese Gemische sind wenig bekannt.

Mit Gold. I. Schmelzt man einen Theil Kobalt mit vierzehn Theilen Gold zusammen, so erhält man ein sehr sprödes Metallgemische von schmutzig gelber Farbe. Der Bruch desselben ist blasgelb, von erdigtem Korn. Das Gemisch bleibt auch dennoch spröde, wenn die Menge des Kobalts bis auf  $\frac{1}{20}$  vermindert wurde, betrug sie nur  $\frac{1}{120}$ , so war das Gemisch streckbar \*).

2. Das Gemisch aus Kobalt und Platin ist noch nicht untersucht worden.

Mit Silber. 3. Werden 2 Theile Kobalt mit einem Theile Silber zusammengeschmolzen, so erhält man, nach beendigter Arbeit jedes Metall besonders. Das Silber befindet sich auf dem Boden, und das Kobalt über demselben. Jedes dieser Metalle hat aber dennoch etwas von dem andern in sich genommen; denn das Silber hat eine dunkle Farbe und ist spröde, das Kobalt hingegen ist weißer als gewöhnlich \*\*).

4. Das Kobalt verbindet sich nicht mit dem Quecksilber.

5. Das Gemisch aus Kupfer und Kobalt ist kaum bekannt.

6. Das Gemisch aus Eisen und Kobalt ist sehr hart, und schwer zerbrechlich. Im Allgemeinen enthält das Kobalt etwas Eisen, das sich schwer abscheiden läßt.

\*) Hatchett Phil. Trans. 1803.

\*\*) Gellerts metallurg. Chemie. S. 137.

7. Das Gemisch aus Zinn und Kobalt hat eine hellviolette Farbe, und bestehet aus kleinen Körnern.

8. Ehemals behauptete man, daß sich das Kobalt nicht mit dem Blei durch Schmelzen verbinden lasse; denn wenn gleiche Theile Blei und Kobalt geschmolzen werden, so bildet ein jedes Metall ein eignes Korn; das des Bleies befindet sich unten, über ihm das des Kobalts. Wird aber ein solches Kobalt mit Eisen geschmolzen, so findet man, daß es mit etwas Blei vermischt war; denn das Eisen verbindet sich mit dem Kobalt und das Blei wird abgeschieden \*). Gmelin hat aber gezeigt, daß sich die Verbindung des Kobalts mit Blei bewerkstelligen lasse. Er bestreute Bleiplatten mit gepulvertem Kobalt, bedeckte sie mit Kohle um die Luft abzuhalten, und setzte die Schmelztiegel welche diese Mischung enthielten, dem Feuer aus. Gleiche Theile Blei und Kobalt gaben ein Metallgemisch, in welchem beide Metalle völlig gleichförmig vertheilt erschienen, ungeachtet an einigen Stellen das Blei vorwaltete. Es war spröde, nahm eine bessere Politur als Blei an, mit dem es übrigens mehr Aehnlichkeit als mit Kobalt hatte; sein specifisches Gewicht war 8,12. Zwei Theile Blei und ein Theil Kobalt gaben eine Mischung, die mehr dem Kobalt als dem Blei ähnelte, wenig streckbar, und weniger hart als die vorhergehende war. Ihr specifisches Gewicht war 8,28. Vier Theile Blei und ein Theil Kobalt gaben ein Gemisch welches immer noch spröde war, den Bruch des Kobalts, allein den Glanz des Bleies hatte. Es war härter als Blei. Sechs Theile Blei und ein Theil Kobalt gaben ein Gemisch das streckbarer, und härter als Blei

\*) Gellerts metallurg. Chemie S. 137.

war. Sein specifisches Gewicht war 9,65. Acht Theile Blei und ein Theil Kobalt waren immer noch härter als Blei, und nahmen eine bessere Politur an. Dieses Gemisch war streckbarer als Blei. Sein specifisches Gewicht war 9,78.

Mit Nickel. 9. Daß Kobalt wird sehr häufig in der Natur in Verbindung mit dem Nickel angetroffen.

10. Weder mit dem Wismuth noch mit dem Zink scheint dieses Metall durch Zusammenschmelzen vereinbar zu seyn.

Verwandtschaften. VI. Die Verwandtschaften des Kobalts und seiner Dryden sind nach Bergmann folgende.

Kobalt.	Dryden des Kobalts.
Eisen.	Kleesäure.
Nickel.	Salzsäure.
Arsenik.	Schwefelsäure.
Kupfer.	Weinsteinsäure.
Gold.	Salpetersäure.
Platin.	Phosphorsäure.
Zinn.	Flußsäure.
Antimonium.	Milchzuckersäure.
Zink.	Bernsteinsäure.
Phosphor.	Zitronensäure.
Schwefel.	Milchsäure.
	Essigsäure.
	Arseniksäure.
	Boraxsäure.
	Blausäure.
	Kohlensäure.

## Sechszehnter Abschnitt.

S o m M a g n e s i u m.

I. Das dunkelgraue oder schwärzliche Fossil, das im Lateinischen den Nahmen Magnesia (nach Boyle wegen seiner Aehnlichkeit mit dem Magnetstein) führt, war längst bekannt, und wurde in den Glashütten gebraucht. Boyle entdeckte davon einen Erzgang in England. Im Jahre 1656 stellten Glauber \*), Wai tz im Jahre 1705 \*\*) einige wenige Versuche damit an, doch schenkten die Chemisten demselben wenige Aufmerksamkeit. Die Mehrzahl der Mineralogen, ungeachtet sie nicht einig waren, was sie damit anfangen sollten, kam doch darin überein, daß sie ihm seine Stelle unter den Eisenerzen anwiesen; allein Pott welcher im Jahre 1740 die erste chemische Untersuchung dieses Fossils bekannt machte, zeigte, daß es oft kaum eine Spur von Eisen enthalte. Dem zufolge gab ihm Cronstedt in seiner Mineralogie welche im Jahre 1758 erschien, eine eigne Stelle; in der Voraussetzung, daß es hauptsächlich aus einer eigenthümlichen Erde bestehe. Rinman untersuchte es aufs Neue im Jahre 1765 †); und 1770 machte Kaim zu Wien eine Reihe von Versuchen bekannt, um zu zeigen, daß ein eigenthümliches Metall aus demselben erhalten werden kann ††).

Bergmann vermuthete dasselbe, dieses veranlasste

\*) Prosperitas Germanicae.

\*\*) Wieglebs Geschichte der Chemie. B. I. S. 227.

†) Mem. Stockh. 1765. pag. 235.

††) De metallis dubiis pag. 48.

ihn, Scheelen 1771 zu ersuchen, die Analyse des Braunnsteins zu übernehmen. Scheelens Abhandlung über diesen Gegenstand welche im Jahre 1774 erschien, ist ein Meisterstück der chemischen Zerlegungskunst, und enthält einige der wichtigsten Entdeckungen der neueren Chemie. Bergmann machte in demselben Jahre eine Abhandlung bekannt, in welcher er darthat, daß das unter dem Nahmen Braunstein bekannte Fossil, ein metallisches Dryde sey \*). Mehrere Versuche die er machte es zu reducirn, fielen fruchtlos auß, die ganze Masse nahm entweder die Gestalt von Schlacken an, oder bildete kleine Kügelchen, welche vom Magnet gezogen wurden. Die Schwierigkeit dieses Dryde zu schmelzen, veranlaßte bei ihm die Vermuthung, daß das in demselben enthaltene Metall Analogie mit dem Platin habe.

Zu derselben Zeit gelang es Dr. Gahn, welcher gleichfalls mit Versuchen über dieses Metall beschäftigt war, die Reduktion desselben zu bewirken. Er bediente sich hierzu folgendes Verfahrens. In einen mit angefeuchtetem Kohlenpulver ausgefüllten Schmelztiegel, wurde das mit Del zu einer Kugel geformte Fossil eingelegt, der ganze Tiegel mit Kohlenpulver angefüllt, über denselben ein andrer Tiegel gefüllt, und so diese Vorrichtung eine Stunde lang einem sehr heftigen Feuergrade ausgesetzt. Auf dem Boden des Schmelztiegels war ein Metallkorn, oder vielmehr eine Menge kleiner Metallkügelchen befindlich, die ungefähr ein Drittheil vom Gewichte des ganzen Fossils betragen \*\*). Man sieht leicht ein, wie bei diesem Proceß die Reduktion des Metalls

\*) Bergm. Opusc. II, 201.

\*\*) Ibid. p. 211.

talls erfolgen mußte. Die Kohle zieht den Sauerstoff des Dryde an, und das Metall bleibt rein zurück.

Das Metall welches Braunsteinmetall, Magnesium genannt wurde, ist ferner von Falsman 1782; von Hielm 1785; und von Bindheim 1789 untersucht worden.

Eigenschaft. I. Das reine Magnesium hat eine grauen. weiße Farbe, und ziemlich viel Glanz. Sein Gefüge ist körnig. Es hat weder Geruch noch Geschmack.

2. Seine Härte ist 9, sie ist mithin der des Eisens gleich. Sein specifisches Gewicht ist 7,000 \*).

3. Es ist äußerst spröde, und kann daher weder gehämmert noch zu Draht gezogen werden. Seine Zähigkeit ist unbekannt.

4. Nach Morveau ist eine Temperatur von  $160^{\circ}$  nach Wedgwoods Pyrometer erforderlich, um dieses Metall zum Schmelzen zu bringen; so daß es also, das Platin ausgenommen, das strengflüssigste unter allen Metallen ist.

5. Das zu Pulver gestoßene Metall wird vom Magnete gezogen. Diese Eigenschaft rührt von einem kleinen Antheile Eisen her, der sich nur sehr schwer von diesem Metalle trennen läßt.

Dryden. II. Das Magnesium zieht, den Phosphor aufgenommen, begieriger als irgend eine andre Substanz, den Sauerstoff aus der Athmosphäre ein. Es verliert fast in demselben Augenblicke seinen metallischen Glanz, wird grau, violet, braun und zuletzt schwarz. Diese Veränderungen er-

\*) Hielm.

folgen noch rascher, wenn das Metall in einem offenen Gefäße erhitzt wird.

Das Magnesium scheint sich mit drei verschiedenen Antheilen Sauerstoff verbinden, und drei verschiedene Dryden darstellen zu können, die nach ihrer Farbe das weiße, rothe und schwarze Dryde genannt werden.

*Protoryde.* Wird das schwarze Magnesiumoxyde in Salpetersäure aufgelöst und etwas Zucker zugesetzt, so wird das Protoryde oder weiße Dryde des Magnesiums erhalten. Der Zucker entzieht dem schwarzen Dryde Sauerstoff, und verwandelt es in ein weißes, in welchem Zustande es die Säure auflöst. In die Auflösung wird Kali geschüttet, worauf das Protoryde als ein weißes Pulver zu Boden fällt. Nach Bergmann enthalten 100 Theile desselben: 80 Theile Magnesium und 20 Theile Sauerstoff. Aus der Luft ziehet es bald Sauerstoff an, und wird in schwarzes Dryde verwandelt \*).

*Deutoryde.* 2. Das Deutoryde oder rothe Dryde des Magnesiums erhält man, wenn schwarzes Magnesiumoxyde, ohne Zusatz irgend einer brennbaren Substanz, in Schwefelsäure aufgelöst wird. Wird schwarzes Magnesiumoxyde mit Schwefelsäure zu einem Teige gemacht, und in einer Retorte erhitzt, so entwickelt sich eine beträchtliche Menge Sauerstoffgas, während das Dryde, welches eines Theils seines Sauerstoffs beraubt worden, von der Säure aufgelöst wird. Setzt man die Destillation bis zur Trockene fort, übergießt man den Rückstand mit Wasser, und filtrirt ihn, so wird eine rothgefärbte Auflösung erhalten, die aus schwefelsaurem in Was-

---

\*) Bergm. Opusc. II, 212.

ser aufgeldsten Magnesiumoxyde bestehet. Bei einem Zusatz von Alkali fällt ein rothes Magnesiumoxyde zu Boden, das nach Bergmann aus 74 Theilen Magnesium und 26 Theilen Sauerstoff bestehet \*). Auch dieses Oxyde zieht Sauerstoff aus der Atmosphäre an, und wird in schwarzes Oxyde verwandelt.

Verornde. 3. Das Peroxyde oder schwarze Magnesiumoxyde wird häufig in der Natur angetroffen; und fast immer kommt das Magnesium in diesem Zustande vor. Dieses schwarze Oxyde erhielt wegen seiner dunkeln Farbe den Namen Braunstein, eine Benennung, mit der von einigen auch das Metall bezeichnet wird. Dieses Oxyde wird leicht dadurch erhalten, daß man das Metall der Einwirkung der Luft aussetzt. Nach Fourcroy enthalten 100 Theile dieses Oxyde: 60 Theile Magnesium; 40 Theile Sauerstoff \*\*). Wird es in einer irdenen Retorte bis zum Rothglühen erhitzt, so entwickelt sich eine beträchtliche Menge Sauerstoffgas, das in schicklichen Gefäßen aufgefangen werden kann. Durch diese Operation wird es beinahe in den Zustand des rothen Oxyde zurückgeführt. Wird es der Luft ausgesetzt, und zuweilen angefeuchtet, so absorbirt es einen neuen Antheil Sauerstoff, und so kann derselbe Proceß wiederholt werden \*\*\*). Aus dem weißen Oxyde kann kein Sauerstoff erhalten werden. Dieses dient zum Beweise, daß das Metall

\*) Bergm. Opusc. II, 215.

\*\*\*) Fourcroy Syst. de Connoiss. Chim. V, 177.

\*\*\*) Ich muß bemerken, daß mir diese Absorption nur unvollkommen gelungen ist, es sey dann, daß das rothe oder weiße Magnesiumoxyde aus Säuren gefällt worden.

diesen Antheil Sauerstoff ungleich fester anzieht, als den Theil, welcher hinzukommen muß, wenn das weiße Magnesiumoxyde in schwarzes verwandelt werden soll. Seguin hat die Bemerkung gemacht, daß in einigen Fällen das schwarze Magnesiumoxyde, ehe es anfängt zu glühen, Stickgas liefert \*). Wird es lange Zeit einer heftigen Hitze ausgesetzt, so nimmt es eine grüne Farbe an. In diesem Zustande wird es von der Schwefelsäure weiß gefärbt, aber nicht aufgelöst \*\*). Bei einem sehr heftigen Feuergrade schmilzt dieses Oxyde, und wird in ein grünes Glas verwandelt.

Verbindung III. Das Magnesium geht mit dem Wasser-  
mit brenn- stoffe keine Verbindung ein. Löst man es in  
baren Stoffen. Schwefelsäure auf, so bleibt eine schwarze schwammige Substanz welche Graphit ist, übrig. Hieraus hat man folgern wollen, daß es sich mit Kohlenstoff verbinden könne; es ist aber ungleich wahrscheinlicher, daß der Kohlenstoff mit dem Eisen, welches fast immer dem Magnesium beigemischt ist, verbunden ist. Es ist übrigens ziemlich ausgemacht, daß der Graphit sich mit diesem Metalle verbinden könne, und daß es einen Bestandtheil des Stahls ausmacht.

Schwefel- 2. Bergmann versuchte vergeblich das me-  
haltiges tallische Magnesium mit Schwefel zu verbinden:  
Magnesi- es gelang ihm hingegen ein schwefelhaltiges Mag-  
umoxyde. nesiumoxyde darzustellen, indem er acht Theile schwarzes Mag-  
nesiumoxyde mit drei Theilen Schwefel erhitzte. Das schwe-

---

\*) Wahrscheinlich rührt dieses davon her, daß die atmosphärische Luft durch die Zwischenräume der irdenen Retorte hindurch dringt. Nie erhielt ich Stickgas, wenn der Braunstein in eisernen Retorten erhitzt wurde.

\*\*\*) Bergm. Opusc. II, 216.

selhaltige Magnesiumoxyde hat eine grüne Farbe, und giebt bei der Behandlung mit Säuren schwefelhaltiges Wasserstoffgas \*). Es ist übrigens wohl keinem Zweifel unterworfen, daß sich der Schwefel mit Magnesium verbinden könne; denn Proust fand die natürliche Verbindung des Schwefels mit Magnesium, in demjenigen Tellurerz welches Nagayer Golderz genannt wird \*\*).

Phosphorhaltiges Magnesium um. 3. Das phosphorhaltige Magnesium wird erhalten, wenn man gleiche Theile Magnesium und Phosphorglas zusammenschmilzt, oder Phosphor in kleinen Stücken auf rothglühendes Magnesium streuet. Das phosphorhaltige Magnesium hat eine weiße Farbe, ist spröde, körnig, geneigt zu krystallisiren, wird an der Luft nicht verändert, und ist leichtflüssiger als das Magnesium. Wird es erhitzt, so verbrennt der Phosphor, und das Metall wird oxydirt \*\*\*).

IV. Das Magnesium verbindet sich mit keinem der nicht brennbaren Stoffe.

Verbindungen des Magnesium um. V. Man kann das Magnesium mit mehreren Metallen vereinigen; man erhält dadurch Metallgemische, die aber äußerst unvollkommen untersucht worden sind.

Mit Gold. S a t c h e t t versuchte das Magnesium mit Gold zu verbinden. Zu dem Ende umgab er eine Unze fein Gold mit gepulvertem schwarzen Magnesiumoxyde, das dadurch dem metallischen Zustande genähert worden, daß er es wie-

\*) Bergm. Opusc. II, 221.

\*\*\*) Jour. de Phys. LVI, 1.

\*\*\*). Pelletier Min. de Chim. XIII, 137.

verholentlich mit Del vermischt, erhitzt hatte. Das Ganze wurde in einem mit Kohlenpulver ausgefütterten Schmelztiegel einem lange anhaltenden, heftigen Feuergrade ausgesetzt. Nachdem der Schmelztiegel herausgenommen und zerbrochen worden, fand er das Magnesium von dunkel grüner Farbe. Das Goldkorn war blaß, zersprang unter dem Hammer, und zeigte einen schwammigen, grobkörnigen Bruch. Als der Versuch bei einem noch heftigeren Feuergrade wiederholt wurde, so hatte das Gold eine blaß gelblich graue Farbe, und einen Glanz welcher dem des polirten Stahls ähnelte. Es war sehr hart, ließ sich aber etwas strecken. Der Bruch war grob, schwammig, von rötlich grauer Farbe, und man bemerkte Hölungen die mit dunkelgrünem Magnesiumoxyde angefüllt waren.

Wingley hat diese Metallgemische untersucht. In dem einen betrug die Menge des Magnesiums  $\frac{1}{8}$ , in dem andern  $\frac{1}{3}$  von der des Goldes. In der Luft erlitten sie keine Veränderung, auch wirkten die Säuren nicht auf sie. Wurden sie unter dem Zutritte der Luft heftig geglähet, so wurden sie mit einem dunkelbraunen Dryde überzogen. Durch Kupellation mit Blei ließ sich das Magnesium hinwegschaffen. Wurde das Gemisch im Fluß erhalten, so wurde das Magnesium oxydirt, blieb auf der Oberfläche, und ließ sich durch Hämmern abscheiden \*).

Mit Kupfer. Mit Kupfer verbindet sich das Magnesium leicht. Diese Zusammensetzung ist nach Bergmann sehr streckbar, hat eine rothe Farbe, und wird zuweilen, wenn man sie lange aufbewahrt, grün. Gmelin hat mehrere Ver-

---

\*) Phil. Trans. 1803.

suche angestellt, das schwarze Magnesiumoxyde mit Kupfer zusammenzuschmelzen. In einigen Fällen gelang es ihm: er schlägt vor sich dieses Metallgemisches, statt des aus Kupfers und Arsenik, das zu manchen Zwecken verarbeitet wird, zu bedienen \*).

Mit Eisen. Das Magnesium verbindet sich leicht mit Eisen, ja man hat es fast nie von einer Beimischung dieses Metalles frei gefunden. Das Magnesium ertheilt dem Eisen eine weiße Farbe, und macht es spröde. Es vereinigt sich auch mit dem Zinn, aber wohl schwerlich mit dem Zinke \*\*).

Das Magnesium läßt sich weder mit dem Quecksilber noch Wismuth vereinigen. Gmelin fand, daß sich das Magnesium nur mit großer Mühe mit dem Wismuth verbinden lasse, und daß es mit dem Antimonium nur eine unvollkommene Vereinigung eingehe \*\*). Noch hat man die Verbindung dieses Metalles mit Platin, Silber, Nickel und Kobalt nicht versucht.

Verwandtschaften. VI. Die Verwandtschaften des Magnesiums und seiner weißen und rothen Oxyden sind nach Bergmann folgende:

Magnesium.	Oxyden des Magnesiums.
Kupfer.	Kleesäure.
Eisen.	Zitronensäure.
Gold.	Phosphorsäure.
Silber.	Weinsteinsäure.

\*) Ann. de Chim. I, 303.

\*\*\*) Bergm. Opusc. II, pag. 205.

\*\*\*\*) Ann. de Chim. XIX, 366.

Zinn.

Flußsäure.

Salzsäure.

Schwefelsäure.

Salpetersäure.

Milchzuckersäure.

Bernsteinsäure.

Milchsäure.

Essigsäure.

Blausäure.

Kohlensäure.

## Siebzehnter Abschnitt.

## V o m   S c h e e l i u m.

I. Es wird in Schweden ein Fossil von weißer Farbe gefunden, das undurchsichtig und sehr schwer ist. Von letzterem Umstande hat es den Namen *Lungsteen*, der Schwedisch ist, und soviel bedeutet als *Schwerstein*, erhalten.

Einige vermutheten daß dieses Fossil ein Zinnerz sey, andre daß in demselben Eisen enthalten wäre. *Scheele* untersuchte es im Jahre 1781, und fand, daß es aus Kalkerde und einer eigenthümlichen erdähnlichen Substanz zusammengesetzt sey, die er ihrer Eigenschaften wegen für eine Säure erklärte, und *Lungstein Säure* nannte \*). *Bergmann* vermuthete, daß die Basis dieser Säure ein Metall sey \*\*), eine Vermuthung welche die Versuche der Brüder

\*) *Scheelen's Schr.* B. II. S. 291 ff.

\*\*) *Ebend.* S. 298 ff.

d'Elhuyart vollkommen bestätigten. Letztere erhielten dieselbe Substanz aus einem Fossil von bräunlich schwarzer Farbe; das Wolfram genannt, und zuweilen in Zinnbergwerken gefunden wird \*\*\*). Von diesem machte ihrer Analyse zufolge, die Lungstein-Säure 65 Procent aus, das übrige war Braunstein, Eisen und Zinn. Sie mischten diese saure Substanz mit Kohlenpulver, und setzten sie in einem Schmelztiegel einem heftigen Feuer aus. Da sie nach dem Erkalten des Tiegels denselben öffneten, so fanden sie ein Metallkorn von dunkelbrauner Farbe, das sich zwischen den Fingern zerreiben ließ. Betrachteten sie es mit einem Bergkrüßerungsglase, so fanden sie, daß es aus einer Anhäufung kleiner metallischen Kügelchen bestand, von denen einige die Größe eines Nadelfnopfes hatten. Das durch dieses Verfahren erhaltene Metall wurde Lungstein genannt. Die Art wie es dargestellt wurde, ist einleuchtend: die Lungsteinsäure ist eine Verbindung aus Sauerstoff und Lungstein; der Sauerstoff verbindet sich mit der Kohle, und das Metall bleibt rein zurück \*).

Die Versuche von den Herren d'Elhuyarts wurden im Jahre 1796 von Bauquelin und Necht wiederholt. Sie konnten das Metall nicht vollkommen in Fluß bringen, ungeachtet es den spanischen Chemisten gelungen war \*\*). Dieses ist auch kein Wunder, da Dr. Pearson \*\*\*) und

\*\*\*) Der Wolfram war im Jahre 1761 von Lehmann untersucht worden. Er hielt ihn für eine Zusammensetzung aus Eisen und Zinn. Lehmanns Probirkunst. S. 8.

\*) Mem. de Toulouse. T. II, p. 141.

\*\*\*) Jour. de Min. No. XIX. 3.

\*\*\*) Pearson's Translation of the Chem. Nomenclature.

Klaproth, eben dasselbe fruchtlos versuchten. Kurzlich soll es den Herren Allen und Niken zu London gelungen seyn, dieses Metall völlig zu schmelzen; indem sie eine Verbindung des Dryde dieses Metalls mit Ammonium einem heftigen Feuer aussetzten.

Eigenschf. I. Dieses Metall, dem seinem Entdecker Schee-  
ten. le zu Ehren der Nahme Scheelium gegeben worden ist, hat eine grauweiße oder vielmehr eine dem Eisen ähnliche Farbe, und ziemlich viel Glanz.

2. Es ist eines der härtesten Metalle; denn Bauquelin und Necht konnten kaum mit der Feile einen Eindruck auf dasselbe hervorbringen. Es scheint gleichfalls spröde zu seyn. Sein specifisches Gewicht ist nach d'Elhuyar 17,6; nach Allen und Niken 17,22. Es ist demnach nach dem Golde und Platin das schwerste unter den Metallen.

3. Zum Schmelzen erfordert es eine Temperatur die wenigstens  $170^{\circ}$  nach Wedgwoods Pyrometer beträgt. Es scheint so wie die andern Metalle die Eigenschaft zu besitzen, beim Erkalten zu krystallisiren; denn das unvollkommene Metallkorn welches Bauquelin und Necht erhielten, war mit einer großen Menge kleiner Krystalle bedeckt.

4. Der Magnet zieht es nicht an.

Oxyden. II. Wird es in einem offenen Gefäße erhitzt, so absorbirt es nach und nach Sauerstoff, und wird in ein Dryde verwandelt. Das Scheelium scheint sich mit zwei Antheilen Sauerstoff verbinden, und zwei verschiedene Dryden, ein schwarzes, und ein gelbes darstellen zu können.

protorhyde. I. Das Protorhyde oder schwarze Dryde wird erhalten, wenn man das gelbe Dryde einige Stunden in einem bedeckten Schmelztiegel glühet.

Verornde. 2. Das Peroxyde oder gelbe Dryde des Scheeliums, welches Lungsteinsäure auch Scheelsäure\*) genannt wird, kommt in der Natur als Bestandtheil des Wolframs vor, und wird erhalten, wenn man drei Theile Salzsäure mit einem Theile Wolfram kocht; die Säure nach einer halben Stunde abgießt, und sich setzen läßt. Es scheidet sich ein gelbes Pulver aus, das in Ammonium aufgelöst wird. Die Auflösung wird bis zur Trockene verdunstet, und die trockene Masse einige Zeit geglühet; diese ist das gelbe Scheeloxycide im Zustande der Reinheit\*\*).

Dieses Dryde hat keinen Geschmack; es löset sich nicht im Wasser auf, bleibt aber lange in demselben vertheilt, und

\*) Scheelen's Lungstein: Säure ist von diesem Dryde verschieden. Jene ist ein weißes Pulver von saurem Geschmacke, und in Wasser auflöslich. Die Brüder d'Elhuyarts haben gezeigt, daß sie ein dreifaches Salz sey, welches aus dem gelben Dryde dieses Metalls, Kali und derjenigen Säure bestehet, deren man sich zur Zerlegung des Fossils, aus dem sie ausgeschieden worden, bedient hat.

\*\*) Buchholz hat ein ökonomischeres Verfahren angegeben, um dieses Dryde zu bereiten. Es bestehet in Folgendem: Man mischt einen Theil fein gepulverten Wolfram mit zwei Theilen kohlensaurem Kali, und erhält die Mischung, indem man sie zuweilen umrührt, eine Stunde im Fluß. Hierauf gießt man sie in einen eisernen Ausguss, reibt sie nach dem Erkalten zu Pulver, und kocht sie wiederholentlich mit Wasser, bis diese Flüssigkeit keinen Geschmack mehr annimmt. Alle wässrichte Auflösungen werden zusammengewaschen, und denselben, so lange als noch ein Niederschlag erfolgt, Salzsäure zugesetzt. Der Niederschlag wird ausgesüßt; in kochender Lauge aus kohlensaurem Kali aufgelöst, die Auflösung abermals durch Salzsäure gefällt, und dieser Niederschlag ausgesüßt und getrocknet. Er ist das reine Peroxyde des Scheeliums.

bildet eine gelbe Milch, welche keine Wirkung auf die vegetabilischen Farben äußert. Wird es in einem Platin-Löffel erhitzt, so wird es dunkelgrün; vor dem Löthrohre hingegen wird es schwarz. Es enthält in hundert Theilen: 80 Scheelium und 20 Sauerstoff. Sein specifisches Gewicht ist 6,12.

Verbindung mit brennbaren Stoffen. III. 1. Das schwefelhaltige Scheelium hat eine bläulich schwarze Farbe, ist hart und krySTALLISIRBAR.

2. Der Phosphor verbindet sich mit dem Scheelium, man hat aber bis jetzt noch keine Eigenschaft dieser Verbindung ausgemittelt \*).

IV. Die einfachen brennbaren Stoffe scheinen keine Verbindung mit dem Scheelium einzugehen.

Metallge- V. Die d'Elhuyarts haben allein versucht, das  
mische. Scheelium mit andern Metallen zu verbinden. Sie mischten 100 Gran des zu vermischenden Metalls mit 50 Gran vom gelben Scheeloryde und Kohle, und erhitzten die Mischung in einem Schmelztiegel. Das Resultat ihrer Versuche war Folgendes:

1. Mit Gold und Platin verband sich das Scheelium nicht.

2. Mit Silber bildete es ein Korn von bräunlich weißer Farbe, es war etwas schwammig, ließ sich durch wenige Hammerschläge fletschen, zersprang aber bei fortgesetztem Hämmern in Stücken. Das Korn wog 142 Gran.

3. Mit Kupfer gab es ein Korn von kupferrother Farbe, die sich der dunkelbraunen näherte; es war schwammig, unvollkommen dehnbar, und wog 133 Gran.

\* ) Ann. de Chim. XIII, 137.

4. Mit Gußeisen gab es ein vollkommenes Metallkorn, das einen dichten Bruch von weißlich brauner Farbe hatte; es war hart, spröde, und wog 137 Gran.

5. Mit Blei bildete es ein Korn von schmutzig dunkel brauner Farbe, das wenig Glanz hatte, schwammig, sehr dehnbar war, aber doch bei fortgesetztem Hämmern sich in Blätter theilte; es wog 127 Gran.

6. Das Metallkorn, welches das Scheelium mit Zinn gab, war von einer mehr lichtbraunen Farbe, als das vorhergehende, es war sehr schwammig, etwas dehnbar, und wog 138 Gran.

7. Das, welches mit Antimonium erhalten wurde, hatte eine dunkelbraune Farbe, war glänzend, etwas schwammig, spröde, und sprang leicht in Stücken; es wog 108 Gran.

8. Das Metallgemisch aus Scheelium und Wismuth hatte einen Bruch, der eine veränderliche Farbe zeigte. Aus dem einen Gesichtspunkte betrachtet, erschien es von dunkelbrauner Farbe mit Metallglanz, aus einem andern als eine Erde ohne allen Glanz; allein sowohl in der einen als andern Lage bemerkte man eine große Menge Hölungen, die über die ganze Masse verbreitet waren. Das Korn war sehr hart, spröde, und wog 68 Gran.

9. Mit Magnesium gab dieses Metall ein Korn von dunkel bläulich brauner Farbe, und erdigem Ansehn; betrachtete man das Innere desselben mit einer Glaslinse, so ähnelte es einer unreinen Eisenschlacke; es wog 107 Gran.

---

## Achtzehnter Abschnitt.

V o m M o l y b d ä n.

I. Das griechische Wort  $\muολυβδαινω$  und seine lateinische Uebersetzung Plumbago diente, wie es scheint, bei den Alten dazu, mehrere Arten von Bleierzen zu bezeichnen; die Neueren hingegen brauchten dieses Wort, um dadurch ohne Unterschied eine ganze Klasse von Substanzen anzudeuten, die folgende Eigenschaften mit einander gemein hatten: Leichtigkeit, Zerreiblichkeit, eine dunkle Farbe, ein fettiges Anfühlen, und welche die Finger färbten.

Scheele untersuchte diese Fossilien zuerst mit Aufmerksamkeit. Er fand, daß zwei sehr verschiedene Substanzen verwechselt worden waren. Einer derselben, die eine Zusammensetzung aus Kohlenstoff und Eisen ist, und von der schon im Vorhergehenden die Rede war, ließ er die Benennung Plumbago (Graphit); die andre nannte er Molybdän (Wasserblei).

Das Molybdän bestehet aus Schuppen die nur schwach zusammenhängen. Es hat eine bläulichte Farbe, welche mit der des Bleies viel Aehnlichkeit hat. Scheele untersuchte es im Jahre 1778, und erhielt als Bestandtheile desselben Schwefel und ein weißes Pulver, welches die Eigenschaften einer Säure besaß, und daß er daher Molybdänsäure nannte \*). Aus den Eigenschaften dieser Säure vermuthete Bergmann, daß sie ein metallisches Dryde sey, und auf

---

\*) Scheele phys. Chem. Schr. B. II. S. 190 ff.

sein Ansuchen, unternahm Hielm im Jahre 1782 eine Reihe mühsamer Versuche, durch die es ihm glückte, aus dieser Säure ein Metall darzustellen. Er machte aus derselben mit Leindl einen Teig, und setzte diesen einem sehr heftigen Feuergrade aus. Diesen Versuch wiederholte er mehreremal nach einander \*\*). Dem Metalle welches er auf diesem Wege erhielt, gab er den Namen Molybdänum \*\*\*).

Scheele's Versuche wurden in der Folge von Pelletier †), Zifeman ††) und Meyer †††) wiederholt, und nicht allein vollkommen bestätigt, sondern es wurden von ihnen noch mehrere Thatsachen aufgefunden, durch welche die metallische Beschaffenheit dieser Säure außer Zweifel gesetzt wurde: ungeachtet man wegen der so äußerst hohen Temperatur, welche zum Schmelzen dieses Metalls erforderlich ist, dasselbe nur in sehr kleinen Körnerchen erhielt. Später hat Hatchett verschiedene interessante Versuche über dieses Metall bekannt gemacht, durch welche mehrere Eigenschaften desselben in ein helleres Licht gesetzt worden sind ††††).

- Eigenschaften. 1. Das Molybdän hat äußerlich eine weißlich gelbe Farbe, sein Bruch hingegen ist weißlich grau.
2. Bisher hat man es nur in kleinen Körnern die zu einer spröden Masse zusammengesintert waren, erhalten.
3. Sein specifisches Gewicht ist 7,500. In dem Feu-

\*\*\*) Bergm. Sciagraphia.

\*\*\*) Crells Chem. Ann. 1790. B. I. S. 39.

†) Jour. de Phys. 1785. Decembre.

††) Crells Chem. Ann. 1787. B. I. 404.

†††) Ebend. 1787. B. II. S. 21 und 124.

††††) Phil. Trans. 1795. pag. 323.

erzgrade, welchen wir hervorzubringen vermögen, ist es beinahe unerschmelzbar \*),

II. Wird es in einem offenen Gefäße erhitzt, so verbindet es sich allmählich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre; es wird in ein weißes Dryde verwandelt, das sich in kleinen  
nadel-

\*) Hier muß folgendes Versuches von Buchholz (Allgem. Jour. d. Chemie B. IX. S. 485 ff.) Erwähnung geschehen. Er war bemühet, aus dem Molybdän durch Ammonium die Molybdänsäure abzuscheiden. Aus der filtrirten wasserhellen Auflösung sonderten sich nach einigen Tagen wenige Flocken ab, die sich voll kommen wie Eisenoxyde verhielten. Mehrere andere Arbeiten verhinderten Buchholz, diese Versuche zu verfolgen. Erst nach Verlauf von sechs Wochen konnte er zu denselben zurückkehren. Das freie Ammonium der Auflösung wurde abgeschieden, das zur Trockne gebrachte Salz in einem Schmelztiegel geglüheth, um alles Ammonium zu verflüchtigen, und die Molybdänsäure rein darzustellen. Die von dem Ammonium gereinigte Molybdänsäure, die sonst bei der Rothglühhitze so leicht fliehet, und die sogar, wenn sie einige Zeit im Fluß stehet, den Tiegel durchbohret, kam bei der stärksten Weißglühhitze nicht zum Fliesen, sondern nur zum Weichwerden, wobei sich auf der Oberfläche Molybdänsäure als Dampf verflüchtigte.

Die Oberfläche dieser Masse wurde bei näherer Untersuchung voll unregelmäßiger Vertiefungen gefunden; sie war silberfarben glänzend, etwas ins Graue fallend. Auf dem Bruche war sie stahlgrau und kupferfarben metallisch schillernd; übrigens schien sie ein blättriges ziemlich dichtes Gefüge zu haben, denn sie war sehr schwer zu verkleinern und in Pulver zu verwandeln. Ihr specifisches Gewicht war 5,050. Mit mäßig concentrirter Salpetersäure übergossen, wurde sie unter heftiger Erhitzung und Entwicklung von Salpetergas in weißes Dryde verwandelt. Aus diesen Erscheinungen ist Buchholz geneigt, diese Masse für metallisches Molybdän, wenigstens für ein dem metallischen Zustande sehr genähertes Molybdänoxyde zu halten. Ann. d. Neb.

nadelförmigen Krystallen sublimirt. Dieses Dryde, welches die Eigenschaften einer Säure besitzt, ist unter dem Nahmen der Molybdänsäure bekannt.

Aus Hatchett's Versuchen folgt, daß sich das Molybdän mit vier verschiedenen Antheilen Sauerstoff verbinden, und vier verschiedene Dryden darstellen könne; nemlich 1) das schwarze; 2) das blaue; 3) das grüne welchem Hatchett den Nahmen molybdous acid (molybdige Säure?) ertheilt hat: und 4) das gelbe oder weiße Dryde, oder die Molybdänsäure \*).

Protoryde. 1. Das Protoryde oder schwarze Dryde des Molybdäns wird erhalten, wenn eine Mischung aus Molybdänsäure und Kohlenpulver in einem Schmelztiigel geglühet wird. Man erhält eine schwarze Masse, welche das schwarze Dryde ist. Es scheint eine nur sehr geringe Menge Sauerstoff zu enthalten.

Deutoryde. 2. Dasselbe Verfahren giebt, wenn das Glühen nicht so lange fortgesetzt wird, das blaue Dryde: man erhält es auch dann, wenn eine Zinnplatte in eine Auflösung von Molybdänsäure getaucht wird.

Veroryde. 3. Das Veroryde oder die Molybdänsäure wird erhalten, wenn sechs Theile verdünnte Salpetersäure wiederholentlich über gepulvertes natürliches schwefelhaltiges Molybdän abgezogen werden. Es bleibt alsdann eine weiße Masse zurück, welche eine Verbindung aus Molybdänsäure und Schwefelsäure ist. Durch Auswaschen mit einer geringen Menge Wasser wird die Schwefelsäure hinweggenommen, und das, was zurückbleibt, ist die Molybdänsäure. Anfangs

\*) Phil. Trans. 1795. pag. 323.

lich hat diese Säure eine weiße Farbe, wird sie aber geschmolzen und sublimirt, so wird sie gelb.

Verbindung III. 1. Das Molybdän läßt sich leicht mit mit brennbarem Stoffen. Schwefel verbinden; diese Zusammensetzung hat genau die Eigenschaften desjenigen Molybdän-erzes, welches Scheele untersucht hat \*). Das natürliche Molybdänerz ist demnach schwefelhaltiges Molybdän. Der Grund, daß Scheele aus demselben Molybdänensäure erhielt, liegt darin, daß er durch seine Behandlung das Metall mit Sauerstoff verband. Man erhält auch dann schwefelhaltiges Molybdän, wenn man eine Mischung aus einem Theile Molybdänensäure und fünf Theilen Schwefel der Destillation unterwirft.

2. Das Molybdän verbindet sich auch mit dem Phosphor \*\*).

Metallgemische. IV. Bis jetzt sind nur wenige von den Gemischen, welche das Molybdän mit andern Metallen bildet, untersucht worden.

Es scheint sich mit dem Golde verbinden zu können, wahrscheinlich hat dieses Metallgemisch eine weiße Farbe \*\*\*).

Als Dryde verbindet es sich ohne Schwierigkeit mit dem Platin. Die Zusammensetzung ist ziemlich schmelzbar; ihr specifisches Gewicht beträgt 20,000 †).

Die Gemische des Molybdäns mit Silber, Eisen und Kupfer sind metallisch und zerreiblich; die mit Blei und Zinn

\*) Pelletier Jour. de Phys. 1785.

\*\*) Ann. de Chim. XIII, 137.

\*\*\*) Ruprecht Ann. de Chim. VIII, 8.

†) Hielm Ann. de Chim. IV, 17.

sind Pulver die sich nicht schmelzen lassen †). Verschiedene andre Zusammensetzungen sind von Hielm und Richter versucht worden, da aber die Metalle welche sie zu ihren Versuchen anwandten, nicht sowohl mit Molybdän, als vielmehr mit Molybdänsäure vermischt wurden, so kann man sie keinesweges für Metallgemische mit metallischem Molybdän erklären.

### Neunzehnter Abschnitt.

U r a n i u m.

Geschichte. I. Man findet in der Grube George Wagsfort zu Johanneorgensstadt in Sachsen, ein Fossil, theils rein und unvermischt, theils mit andern Arten von Steinen und Erden geschichtet. Die erste Varietät ist schwärzlich und nähert sich dem dunkel Eisengrauen; sie hat einen mäßigen Glanz, ein dichtes Gefüge, der Bruch ist fast eben, in den kleinsten Theilen aber muschlicht. Sie ist gänzlich undurchsichtig, mäßig hart, und giebt zerrieben ein schwarzes Pulver. Ihr specifisches Gewicht beträgt ungefähr 7,500.

Die zweite Art hat eine mehr ins Schwarze fallende Farbe, hin und wieder einen röthlichen Schein, einen stärkern, dem der Steinkohle nicht unähnlichen Glanz; eine geringere Härte;

†) Pelletier Jour. de Phys. Dec. 1785.

auch zeigt das Pulver, zu dem sie zerrieben worden, außer der schwarzen Farbe einen Stich ins Grüne †).

Dieses Fossil wurde *Wachblende* genannt, und die Mineralogen, irre geleitet durch den Namen, hielten es für ein Zinkerz. *Werner* welchen man den Schöpfer einer auf festere Principien gegründeten Mineralogie nennen kann, überzeugte sich durch das Gefüge, Härte und specifische Gewicht dieses Fossils, daß es nicht *Blende* seyn könne, und setzte es daher unter die *Eisenerze*. In der Folge vermuthete er, daß in demselben *Scheelium* enthalten wäre, und diese Vermuthung schienen die Versuche einiger deutschen Mineralogen die in dem *Bergmännischen Journal* 1789. B. I. S. 612 enthalten sind, zu bestätigen. Allein *Klaproth* der es im Jahre 1789 untersuchte, fand, daß es größtentheils eine Verbindung des Schwefels mit einem eigenthümlichen Metalle, dem er den Namen *Uranium* \*) gab, sey.

*Eigenschaft* Das *Uranium* hat eine dunkelgraue Farbe, im  
 ten. Innern nähert sie sich etwas der braunen \*\*).

Den Grad seiner Streckbarkeit kennt man nicht. Seine Härte beträgt ungefähr 6. Zum Schmelzen desselben wird ein stärkerer Feuergrad als zum Schmelzen des *Magnesiums* erfordert. *Klaproth* erhielt es nur in kleinen zusam-

†) *Klaproth's* Beiträge. B. II. S. 197 ff.

\*) Von *Uranus* (*Ougavos*) dem Namen, welchen *Bode* dem von *Herschel* entdeckten Planeten gegeben, und den die deutschen Astronomen angenommen haben. *Klaproth* nannte das Metall zuerst *Uranit*, verwandelte nachher aber diese Benennung in *Uranium*.

\*\*\*) *Klaproth's* Beiträge B. II. S. 213.

mengesinterten Körnern, die eine poröse und schwammige Masse bildeten \*). Sein specifisches Gewicht ist 6, 440 \*\*).

Dryden. II. Wird dieses Metall einige Zeit geglüheth, so erleidet es keine Veränderung, mit Hülfe der Salpetersäure kann es übrigens in ein gelbes Pulver verwandelt werden. Dieses ist das Peroxyde des Uraniums, und bestehet im Hundert aus ungefähr 56 Theilen Uran und 44 Sauerstoff. Dieses Dryde wird in der Natur in Verbindung mit dem oben beschriebenen Fossil angetroffen. Proust bemerkt, daß dieses Metall nur zwei Grade der Drydation eingehe, noch fehlt es aber an einer Beschreibung des Protoxyde desselben: und das Uranerz ist so selten, daß nicht jeder Chemist seine Wissbegierde durch genauere Untersuchung dieses Metalls zu befriedigen im Stande ist \*\*\*).

\*) Richter versichert, einen Urankönig als wohlgestoffenes Korn, das 80 Gran wog, erhalten zu haben. Die Farbe desselben war stahlgrün, er hatte eine glatte Oberfläche, bisweilen mit Spuren von nezförmiger Krystallisation, feinkörnigem Bruch, und war sehr spröde. Sein Verfahren, das Dryde zu reduciren, bestehet darin, daß er 300 Gran desselben mit 150 Gran Kohlenpulver und 600 Gran einer Mischung aus 3 Theilen Kali und 2 Theilen Kieselerde (wozu noch etwas Kalkerde und Flußspath gesetzt werden kann), in einer wohl bedeckten Probier-Lute dem raschen und Weißglühfeuer eines sehr starkziehenden Windofens oder eines heftigen Gebläses aussetzt; die Lute aber nicht länger in diesem Feuer stehen läßt, als zur Vollendung einer Eisenprobe nöthig ist.

Diesen letzten Umstand hält Richter zum Gelingen des Reduktionsversuches für wesentlich; auch muß das Quantum von 300 Gran Uranoxyde als ein Maximum bei diesem Versuche betrachtet werden.

Anm. d. Uebers.

\*\*) Klaproths Beiträge B. II. S. 213.

\*\*\*) Proust hielt kürzlich das Uranium für ein ganz neues

Schwefel-  
haltige Ver-  
bindungen. III. Das Uranium läßt sich mit dem Schwefel verbinden. Dasjenige Fossil in dem Klaproth dieses Metall entdeckte, war ein natürliches schwefelhaltiges Uranium.

Die Verwandtschaften des Urans sind noch nicht bestimmt worden.

### Zwanzigster Abschnitt.

#### W o m E i t a n i u m.

Geschichte. I. Man findet in dem Thale Menachau in der Grafschaft Cornwallis einen schwarzen Sand, der große Aehnlichkeit mit Schießpulver hat. Gregor untersuchte ihn im Jahre 1781, und machte die Entdeckung, daß er größtentheils aus Eisen, und dem Dryde eines neuen Metalls bestehe, dem er den Namen Menachene gab \*). Vergeblich versuchte er dieses Dryde zu reducirn; doch reichten seine Versuche hin, zu zeigen, daß diese Substanz metallischer Natur sey, und daß sich dieselbe von allen bisher bekannten unterscheide. Diese sinnreiche merkwürdige Analyse schien nur wenig Aufmerksamkeit zu erregen, indem keiner dieselbe zu wiederholen, und die Richtigkeit der von Gregor bekannt gemachten Versuche zu prüfen bemühet war.

Im Jahre 1795 machte Klaproth die Analyse eines

---

neues Metall, und gab ihm den Namen Silenum. Er erkannte aber bald seinen Irrthum. Jour. de Phys. LVI, p. 467.

\*) Jour. de Phys. XXXIX, 72 et 152.

röthlich braunen Fossils bekannt, das von den Mineralogen den Namen des rothen Schürfs erhalten hatte. Er fand, daß es ganz aus dem Dryde eines eigenthümlichen Metalls bestehe, dem er den Namen Titanium gab \*). Zwar mißglückten ihm die Versuche es zu reduciren, doch blieben über die metallische Natur desselben keine Zweifel. Als er im Jahre 1797 das von Gregor früher untersuchte Fossil einer neuen Analyse unterwarf, überzeugte er sich, daß es eine Zusammensetzung aus Eisenoxyde und Titanoxyde sey \*\*). Die Analyse von Gregor war demnach völlig richtig, und sein Menachine ist mit dem Titanium (das von ihm demnach offenbar zuerst entdeckt worden) ein und dieselbe Substanz.

Jetzt ist der Name Titanium, wegen des Rufes des ausgezeichneten Scheidekünstlers der ihn zur Bezeichnung dieses Metalls gewählt hat, allgemein angenommen worden.

Klaproths Versuche wurden von Bauquelin und Necht im Jahre 1796 wiederholt, bestätigt, erweitert. Es gelang ihnen eine geringe Menge des Titanoxyde zu reduciren \*\*\*). Lowitz wiederholte und bestätigte diese Versuche 1798. Lampadius versuchte gleichfalls die Reduktion des Titanoxyde. Er bewirkte sie, indem er dasjenige Dryde, welches er durch Zersetzung des gallusäuren (oder vielmehr mit Gerbestoff verbundenen) Titanoxyde durch ein feuerbeständiges Alkali erhalten hatte, einem sehr heftigen Feuergrade aussetzte. Durch die Untersuchungen dieser Naturforscher sind folgende Eigenschaften an diesem Metalle bekannt geworden.

\*) Klaproths Beiträge. B. I. S. 233.

\*\*) Ebd. B. II. S. 226.

\*\*\*) Jour. de Min. No. XV. 20.

Eigenschaft I. Es hat eine orange rothe, nach Lamparten. diuß eine dunkel kupferrothe Farbe, und beträchtlichen Glanz.

2. Es ist spröde; in dünnen Blättern besitzt es einen ziemlichen Grad von Elasticität. Seine Härte, specifisches Gewicht und Streckbarkeit sind noch nicht ausgemittelt worden.

3. Es ist äußerst strengflüssig, und erfordert einen so hohen Feuergrad, als durch alle bis jetzt bekannte Verfahrensarten irgend hervorgebracht werden kann.

4. Es detonirt mit Salpeter, alle starke Säuren greifen es sehr lebhaft an.

Dryden. II. An der Luft läuft dieses Metall an, und verliert seinen metallischen Glanz. Wird es unter dem Zutritte der freien Luft erhitzt, so verbindet es sich leicht mit dem Sauerstoffe, und scheint überhaupt drei verschiedene Grade der Drydation eingehen zu können; die nach Verschiedenheit der Farbe, das blaue oder purpurrothe, das rothe und das weiße Dryde genannt werden können.

Protoxyde. Das Protoxyde welches eine blaue oder purpurrothe Farbe hat, erhält man, wenn das Titanium unter dem Zutritte der Luft geglühet wird, diese Veränderung des Metalls ist offenbar eine Folge seiner Verbindung mit dem Sauerstoff.

Deutoxyde. 2. Das Deutoxyde oder rothe Dryde des Titans wird in der Natur angetroffen. Dst ist es in vierseitigen Prismen krystallisirt; sein specifisches Gewicht beträgt ungefähr 4,2; es ist so hart, daß es Glas ritzt. Wird es erhitzt, so wird es braun, und verstärkt man den Feuergrad sehr beträchtlich, so wird ein Theil desselben verflüchtigt. Erhitzt man es anhaltend und stark genug mit Kohle, so wird es reducirt.

Peroxyde. 3. Das Peroxyde oder weiße Dryde wird dadurch erhalten, daß man das rothe Dryde mit vier Theilen Kali dem Gewichte nach, in einem Schmelztiegel schmilzt, und dann das Ganze in Wasser auflöst: es fällt ein weißes Pulver zu Boden, welches das weiße Dryde des Titans ist. Bauquelin und Necht haben gezeigt, daß es aus 89 Theilen rothen Dryde und 11 Theilen Sauerstoff zusammengesetzt sey.

Verbindung mit brennbaren Stoffen. III. Das Titan scheint keine Verbindung mit dem Schwefel einzugehen \*).

Chenevix erhielt phosphorhaltiges Titan auf folgendem Wege. Er machte eine Mischung aus Kohlenpulver, phosphorsaurem Titan und etwas Borax; schüttete sie in einen Schmelztiegel, setzte diesen in einen andern ein, verklebte die Gefäße gehörig, und brachte sie in ein Schmiedefeuer. Anfänglich wurde eine mäßige Hitze angewendet, man verstärkte sie aber allmählich drei Viertelstunden lang, und gab zuletzt eine halbe Stunde lang ein so heftiges Feuer, als sich nur hervorbringen ließ. Das phosphorhaltige Titan wurde im Schmelztiegel als ein Metallkorn von weißer Farbe gefunden, das spröde, körnig war, und vor dem Löthrohre schmolz \*\*).

Metallgemisch. IV. Bauquelin und Necht versuchten, wie wohl vergeblich, das Titan mit Silber, Kupfer, Blei und Arsenik zu verbinden. Mit Eisen ließ sich das Titan durch Schmelzen vereinigen. Die Masse dieses Metallgemisches war von grauer Farbe, mit eingestreuten gelben glänzenden Theilchen. Das Gemisch war unschmelzbar.

\*) Gregor.

\*\*) Nicholson's Jour. V, 134.

V. Die Verwandtschaften des Titans sind nach L a m p a z  
dius folgende:

Gallusäure.

Schwefelsäure.

Phosphorsäure.

Salzsäure.

Arseniksäure.

Salpetersäure.

Kleesäure.

Essigsäure.

### Ein und zwanzigster Abschnitt.

S o m e r o m i u m.

I. Im Jahre 1766 gab Lehmann in einem Briefe an Buffon diesem zuerst von einem rothen etwas ins Gelbliche fallenden Fossil Nachricht, daß in vierseitigen Prismen kry-  
stallisirt in der Grube Veresof unweit Catherinenburg in Sibirien gefunden wurde. Dieses Fossil welches rothes sibirisches Bleierz genannt wurde, wurde als Mahler-  
farbe gebraucht, und ist jetzt ausnehmend selten und theuer. Pallas untersuchte es bald darauf, und erklärte es für eine  
Zusammensetzung aus Blei, Arsenik und Schwefel. Mac-  
quart der im Jahre 1783 eine Reise in mineralogischer Rück-  
sicht in das nördliche Europa machte, brachte davon ein  
Quantum nach Paris, und untersuchte es 1789 in Gesell-  
schaft von Bauquelin. Beide folgerten aus ihren Versu-  
chen, daß es eine Zusammensetzung aus Blei und Eisenoxyde  
sey. Auf der andern Seite behauptete Bindheim seiner  
Analyse zufolge, daß die Bestandtheile dieses Fossils Blei  
Molybdänsäure und Nickel wären.

Diese sich so ganz widersprechenden Analysen, mußten  
bei den Mineralogen über die chemische Zusammensetzung

Dieses Fossils das größte Mißtrauen erregen. Dieses veranlaßte Bauquelin dasselbe im Jahre 1797 einer neuen Analyse zu unterwerfen †). Er fand, daß es aus Blei und einer Säure mit metallischer Grundlage die von allen bekannten verschieden war, bestehe. Dadurch daß er die Säure mit Kohlenpulver vermischt, einem heftigen Feuer aussetzte, gelang es ihm sie im metallischen Zustande darzustellen. Dem durch das angegebene Verfahren erhaltenen Metalle gab er den Namen Chromium ‡).

Die Versuche von Bauquelin sind nachher von Klaproth \*\*) , Gmelin \*\*\*) und Moussin Pouschkin †) wiederholt, und richtig befunden worden.

Bis jetzt kennt man nur wenig Eigenschaften von diesem Metalle. Es hat eine weiße Farbe mit einem Stich ins Gelbe; ist sehr spröde und erfordert eine sehr hohe Temperatur zum Schmelzen. Durch das Erhitzen wird es nur wenig verändert, und wahrscheinlich wirken auch die Luft und das Wasser nur wenig auf dasselbe. Die Säuren äußern nur

†) Ann. de Chim. XXV, 21 et 194.

\*) Von *χρωμα*, weil es die Eigenschaft besitzt, andern Körpern in einem merklichen Grade Farbe mitzutheilen.

\*\*) Crells Annalen 1798. B. I. S. 80. Klaproth hatte das rothe Bleierz im Verfolg der Analyse von Bindheim untersucht. Seine Versuche führten ihn zu dem Resultat, daß die mit Blei verbundenen metallische Säure nicht Molybdänsäure, sondern die Säure eines bis jetzt noch unbekanntes Metalls sey. Das Quantum, welches er zu seinen Versuchen anwenden konnte, war aber zu gering, um diesen Gegenstand zu entscheiden. Zu gleicher Zeit machte Bauquelin seine Versuche bekannt.

\*\*\*) Ebend. 1799. B. I. S. 275.

†) Ebend. 1798. B. I. S. 355.

langsam eine Wirkung darauf; die Salpetersäure verwandelt es dadurch, daß sie ihm Sauerstoff mittheilt, in ein Dryde.

Dryde. II. Das Chromium scheint sich mit drei verschiedenen Antheilen Sauerstoff verbinden, und drei verschiedene Dryden, nemlich das grüne, braune, und das gelbe oder die Chromsäure bilden zu können.

1. Das Protoxyde oder grüne Dryde wird erhalten, wenn man die Chromsäure in verschlossenen Gefäßen erhitzt: es geht Sauerstoffgas über, und das grüne Dryde bleibt zurück.

2. Das Deutoxyde oder braune Dryde ist ein Mittel Ding zwischen dem grünen Dryde und der Chromsäure. Moussin Pouschin der zuerst dieses Dryde beschrieben hat, vergleicht es mit dem braunen Eisenoxyde. Er erwähnt des Verfahrens nicht, durch welches er dasselbe erhalten hat \*).

---

\*) Crells Annalen 1798. B. II, S. 445. Als Nachtrag zu dem hier Gesagten kann Folgendes betrachtet werden: Wenn der rothe Bleispath oder das chromsaure Silber mit Salpetersäure behandelt werden, so ist (wie auch schon Wauquelin vom Bleispath bemerkt hat) die Wirkung der Säure auf beide genannte Substanzen sehr gering. Ist gleich eine vollkommene Zersetzung dadurch möglich, so ist sie doch schwer, und erfordert viel Säure. Setzt man aber gleich anfänglich bei dem Aufgießen der Säure auf die erwähnten chromsauren Salze etwas Zucker hinzu, und wendet man eine mäßige Hitze an, so erfolgt die Auflösung sehr bald. Beim Bleispath statt 20 bis 30 Theilen etwa nur 5 bis 6 Theile Säure erforderlich, bei dem chromsauren Silber noch weniger. Es entbinden sich salpetersaure Dämpfe, und die Auflösung ist bei dem Bleispath nicht grün, sondern amethystfarben, bei dem chromsauren Silber granatroth; weder das zurückgeworfene noch das durchgehende Licht zeigt eine Spur von grün. Wird zu der Auflösung des chromsauren Silbers verdünnte Salzsäure behutsam (so daß kein

Das Peroxyde oder die Chromsäure kommt in der Natur im rothen Bleierz vor. Es ist ein rothes oder vielmehr orange Pulver, das im Wasser auflöslich ist, und im Hundert 33 Theile Chromium und 67 Sauerstoff enthält.

Die übrigen Eigenschaften des Chromiums sind noch nicht untersucht worden.

Ueberschuß dieser Säure in die Auflösung kommt, und nur das Silber gefällt wird) zugetropfelt, und dann eine gesättigte Alaunauflösung zugesetzt, so erhält man, wenn von letzterer nicht zuviel zugesüttet wurde, ein amethystfarbenes Salz, ohne Beimischung von weißem oder grünem Salze.

Durch Alkalien erhält man aus dieser rothen Auflösung auch einen bläulichgrünen Niederschlag, der aber etwas heller ist, wie der aus der grünen Auflösung; auch ist dieser Niederschlag in überflüssigem Alkali mit Smaragdfarbe vollkommen auflöslich, welches mit dem gewöhnlichen grünen Niederschlage aus der eben so gefärbten Auflösung nicht der Fall ist. Es gelang auch Mousfin Mousclin, dem grünen Oxyde aus der salz- oder schwefelsauren Auflösung, durch Behandlung mit Salpetersäure und Zucker, die Amethystfarbe ohne Beimischung der grünen zu geben, jedoch erschien die Farbe erst nach einigen Tagen (Noues allgem. Jour. der Chemie. B. III. S. IV. S. 450.)

Auch Richter (Ueber die neuern Gegenstände der Chemie. St. X. S. 37 und 43) bemerkt, daß das Chromoxyde durch mehrmaliges Glühen in ein Oxyde überging, das im Neufern dem Eisenmoor nicht unähnlich war. In diesem Zustande war es in Säuren unauflöslich, auch war seine Umänderung in Chromsäure, vermittelt Salpetersäure, sehr schwürig. Fernere Versuche müssen entscheiden, ob dieses ein Oxyde, oder nicht vielmehr eine Verbindung aus Chromoxyde und Chromsäure sey.

Anm. d. Uebers.

## Zwei und zwanzigster Abschnitt.

C o m m u n i c a t i o n e n .

Geschichte. Da Hatchett mit dem Anordnen einiger Mineralien im Brittischen Museum beschäftigt war, so zog ein dunkel gefärbtes schweres Fossil seine Aufmerksamkeit auf sich, weil es einige Aehnlichkeit mit dem chromsauren Eisen hatte. Das Stück war klein. In dem Verzeichniß von Hans Sloane war es folgendermaßen charakterisirt worden: „ein sehr schwerer Stein mit goldenen Streifen“; es war ferner angemerkt, daß dieses Fossil dem Besitzer von Herrn Winthrop aus Massachusetts zugeschickt worden sey. Es hatte eine dunkel braun graue Farbe; sein Längenbruch war unvollkommen blättrig, der Querbruch zeigte ein feines Korn. Es hatte Glasglanz, an einigen Stellen war er schwach metallisch. Stellweise war es sehr hart, aber sehr spröde. Beim Zerreiben erhielt man ein dunkel chocoladenbraunes Pulver, das vom Magnete nicht gezogen wurde. Sein specifisches Gewicht war bei einer Temperatur von 65° 5,988.

Hatchett fand durch eine sinnreiche Analyse, daß dieses Fossil aus einem Theile Eisenoxyde und ungefähr drei Theilen einer weißen Substanz bestehe, welche die Eigenschaften einer Säure besitze, und unverkennbare Spuren an sich trage, daß sie aus Sauerstoff bestehe, der mit einer metallischen Basis verbunden sey. Die Eigenschaften dieser metallischen Säure sollen in der Folge angegeben werden.

Hatchett zeigte, daß diese Säure sich von allen be-

kannnten metallischen Säuren unterscheidet; dem zufolge muß auch die Basis derselben eine eigenthümliche Substanz seyn, und mit einem eignen Nahmen bezeichnet werden: er nannte dieses Metall *Columbium*.

Es wurden mehrere Versuche diese Säure im metallischen Zustande darzustellen, gemacht, allein keiner gelang vollständig. Ein Theil derselben wurde in einen mit Kohlenpulver ausgefütterten Schmelztiegel gethan, und in einem kleinen Windofen ungefähr anderthalb Stunden lang einem heftigen Feuer ausgesetzt. Das Dryde wurde in einem pulbrichten Zustande gefunden, und hatte eine schwarze Farbe angenommen.

Natthett bemerkte ferner, daß sich diese metallische Substanz, so wie die meisten andern Metalle mit verschiedenen Antheilen Sauerstoff verbinden könne, und daß sich diese verschiedene Zusammensetzungen, theils durch ihre Farbe, theils durch ihr verschiedenes Verhalten gegen die Säuren unterscheiden.

Wurde es noch so stark mit Schwefel geglüheth, so zeigte es dennoch keine Neigung sich mit demselben zu verbinden, und schwefelhaltiges Columbium darzustellen.

Um phosphorhaltiges Columbium zu bereiten, wurde etwas Phosphorsäure auf einen Theil des weißen Dryde gegossen, und die bis zur Trockene verdunstete Masse in einem mit Kohlenpulver ausgefütterten Schmelztiegel eine halbe Stunde lang dem heftigsten Feuer einer Schmiedeeffe ausgesetzt. Die in dem Tiegel befindliche Masse war schwammicht und dunkelbraun, und ähnelte einigermaßen dem phosphorhaltigen Titanium.

## Drei und zwanzigster Abschnitt.

B o m T a n t a l i u m.

Geschichte. Herr Ekeberg ein schwedischer Chemist, hat kürzlich ein neues Metall entdeckt, das einen Bestandtheil zweier in der Parochie Rimito in Finnland vorkommender Fossilien ausmacht. Das erste dieser Fossilien welches er Tantalit nennt, hat eine bläulich oder schwärzlich graue Farbe, ist undeutlich krystallisirt, hat Metallglanz und einen dichten Bruch. Es ist sehr hart, sein specifisches Gewicht beträgt 7,953. Man hat dieses Fossil seit langer Zeit gekannt, allein dasselbe für ein Zinnerz gehalten.

Das andre Fossil, welches Yttrotantalit genannt worden ist, wird in kleinen nierenförmigen Massen gefunden. Es hat eine dunkelgraue Farbe, metallischen Glanz und körnigen Bruch. Es ist nicht hart. Sein specifisches Gewicht beträgt 5,150.

Aus jedem dieser Fossilien erhielt Ekeberg durch die chemische Analyse ein weißes Pulver, das er für das Dryde eines eigenthümlichen Metalls hielt, dem er den Namen Tantalium gab.

Wird das weiße Dryde des Tantaliums in einem Kohlentiegel stark erhitzt, so erhält man ein mäßig hartes Korn, das äußerlich metallischen Glanz hat, im Innern aber schwarz und ohne Glanz ist. Die Säuren verwaubern es in ein weißes Dryde.

Dieses Dryde verändert selbst dann, wenn es geglühet wird, seine Farbe nicht. Sein specifisches Gewicht beträgt

6,500. Die Säuren lösen es nicht auf, wirken überhaupt nicht auf dasselbe. Diese Unauflöslichkeit in Säuren vermochte Ekeberg, wegen der fabelhaften Bestrafung des Tantalus, ihm den Namen Tantalum zu ertheilen.

Dieses Dryde verbindet sich mit den Alkalien, das Ammonium ausgenommen, und bildet mit ihnen in Wasser unauflöbliche Zusammensetzungen. Wird es mit phosphorsaurem Natrum und Borax geschmolzen, so bildet es damit farblose Gläser. Dieses sind alle Eigenschaften, die bisher an diesem Metalle entdeckt worden sind \*).

Es findet eine auffallende Aehnlichkeit zwischen dem Dryde des Tantalums und Columbiums statt. Der Unterschied, welcher zwischen beiden statt findet, ist, daß ersteres in Säuren unauflöslich ist. Man weiß aber nicht, welche Säuren Ekeberg angewendet hat, und Hatchett fand das Dryde des Columbiums gleichfalls in Salpetersäure unauflöslich.

#### Zusatz des Uebersetzers.

In der Bastnäs Grube bei Riddarhytta in Westmannland bricht ein Fossil, das Cronstedt zuerst unter dem Namen Schwerstein oder Lungstein anführt, und folgendermaßen charakterisirt: Ferrum calciforme, terra quadam incognita intime mixtum.

---

\*) Ekebergs Abhandlung befindet sich in den Schriften der Schwedischen Akademie vom Jahre 1802. Die hier mitgetheilten Nachrichten von diesem Metalle sind aus zwei Auszügen dieser Abhandlung, welche sich im Jour. de Chim. III, 78; und in den Annales de Chim. XLIII, 276. befinden, entlehnt.

Als in der Folge Scheele den Lungstein untersuchte, so wählte er dazu den perlfarbenen von Bisberg. D'Elhuyar unterwarf auch den vermeinten Lungstein von der Bastnäs Grube einer Untersuchung, und erklärte ihn (was auch Bergmann schon vermuthet hatte) für keinen Lungstein; sondern eine Verbindung aus Kalkerde, Eisen und Kieselerde u. s. w.

Die Unbestimmtheit welche in Rücksicht der Natur dieses Fossils bei den Mineralogen herrschte, veranlaßte Klaproth es aufs Neue zu untersuchen.

Die Farbe desselben hält das Mittel zwischen karmoisinroth, nelkenbraun und röthlich braun; man findet es verb und eingesprenkt; auf frischem Bruche ist es schwach und fettig schimmernd; der Bruch ist ausgezeichnet kleinsplittrig; die Bruchstücke sind unbestimmt eckig, nicht sonderlich scharfkantig; es ist undurchsichtig, giebt einen gräulich weißen Strich, zerrieben aber ein röthlich graues Pulver; ist halbhart, spröde und schwer in hohem Grade.

Nach Cronstedt ist das spezifische Gewicht dieses Fossils 4,988, nach Klaproth nur 4,660.

Durch ein schiekliches Verfahren wurden die verschiedenen Bestandtheile dieses Fossils von einander getrennt, und unter denselben eine von den bisher bekannten Naturkörpern verschiedene Substanz angetroffen, welcher Klaproth den Namen Dicroiterde gegeben hat. Hundert Theile des untersuchten Fossils enthielten:

Schroitererde	54,50
Kieselerde	34
Eisenoxyde	4
Wasser u. s. w.	5
	<hr/>
	97,5.

Die Eigenschaften, die Klaproth an derselben aufgefunden hat, sind folgende:

1. Diese Substanz verbindet sich, wenn sie aus ihren Auflösungen in Säuren durch kohlensaure Alkalien gefällt wird, mit der Kohlensäure. Die Bestandtheile von hundert Theilen dieser kohlensauren Verbindung bestimmt Klaproth folgendermaßen:

Erde	65
Kohlensäure	23
Wasser	12
	<hr/>
	100.

2. Die von der Kohlensäure und dem Wassergehalt durch Glühen befreiete Erde erscheint stets von zimmtbrauner Farbe. Die Nuancen derselben sind verschieden, je nachdem ein stärkerer oder schwächerer Feuergrad angewendet wurde. Diese Farbe rührt weder von einem Hinterhalt des Eisens, noch von einem versteckten Magnesiumgehalt her, sondern ist eine Eigenthümlichkeit der Erde selbst.

3. Im Kohlentiegel, dem Feuer des Porcellanofens ausgesetzt, erlitt diese Substanz keine Veränderung, sondern kam als ein lockeres braunes Pulver aus dem Feuer zurück.

4. Auf der Kohle vor dem Ldthrohre glühet die Erde mit einem hellen Lichtscheine.

Schmelzendes Phosphorsalz nimmt dieselbe zwar in sich auf, ohne sie jedoch aufzulösen, und erhält davon zarte

Streifen von zitronengelber Farbe, die ihr ein marmorirtes Ansehen ertheilen. Sie zertheilt sich bloß flockig in dem ungefärbt bleibenden Boraxglase; in welcher Verbindung sie aber ihre durch das Glühen angenommene bräunliche Farbe wieder verliert, und weißlich erscheint.

5. Porcellan, das damit bemahlt und gebrannt wurde, erhielt eine braune Farbe; diese hatte sich jedoch nicht gleichförmig verbreitet: ein Beweis, daß keine vollständige Auflösung derselben im Schmelzfluß stattgefunden hatte.

6. Die mit Kohlensäure verbundene neue Substanz wird von den Säuren leicht und unter Aufbrausen aufgelöst. Der Geschmack der neutralen Auflösungen ist schrumpfend. Mit hinlänglichem Wasser verdünnt, erscheinen die Auflösungen farbenlos; im concentrirten Zustande neigen sie sich in blaßes Amethystroth. Die gegläuhete Erde wird dagegen von den Säuren im Kalten nur langsam aufgelöst, und es erscheinen die Auflösungen, vorzüglich die salpetersauren, von röthlich gelber Farbe. Diese Farbe verschwindet aber bei der Verdünnung mit Wasser.

7. Die Auflösung dieser Substanz in Schwefelsäure ist krystallisirbar. Gewöhnlich bilden sich die Krystalle auf zweierlei Art. Diejenigen, welche in der Flüssigkeit selbst sich bilden, scheinen eine Abänderung des Oktaëdrums zu seyn, sind schwer, und von blasamethystrother Farbe. Im Wasser lösen sie sich nur schwer wieder auf, wozu sie gewöhnlich nur eines Zusatzes von Schwefelsäure bedürfen. Eine andre Art Krystalle setzt sich an den Seiten des Gefäßes an, diese erscheinen in concentrisch-strahlig zusammengehäuften Nadeln, welche sich auch leichter im Wasser wieder auflösen lassen.

8. Gießt man eine gesättigte Auflösung des schwefelsauren Natrums zu einer konzentrirten neutralen Auflösung dieser Substanz in Salpeter- oder Salzsäure, so werden beide Auflösungen zersetzt. Es entsteht ein weißer, in Wasser schwer auflöslicher Niederschlag, der aus einer Verbindung der Erde mit Schwefelsäure besteht; letztere ist jedoch in einer geringeren Menge vorhanden, als daß das Salz auflöslich wäre. Durch Kochen dieses Niederschlages mit dem doppelten Gewichte kohlensauren Natrums in Wasser wird daraus die Erde in Verbindung mit Kohlensäure abgeschieden. Dieses ist zugleich ein Mittel, diese Substanz vorzüglich rein und frei von fremdartigen Beimischungen zu erhalten.

9. Auch von der schweflichten Säure wird die kohlensaure Erde leicht aufgelöst, diese Verbindung schießt in nadelförmigen Krystallen von blasser Amethystfarbe an.

10. Die Auflösung dieser Substanz in Salpetersäure scheint wenig geneigt zum Krystallisiren zu seyn.

11. Die Auflösung dieser Erde in Salzsäure schießt hingegen in prismatischen Krystallen an, welche sich im Weingeiste auflösen, diesem aber beim Verbrennen keine besondere Färbung der Flamme mittheilen.

12. Die Auflösung in Essigsäure gab beim Verdunsten keine Krystalle, sondern dichte sich zu einer weißen Masse ein.

13. Aus den Auflösungen in Salpeter- und Salzsäure fallen die kohlensauren Alkalien die Erde von milchweißer Farbe. Der durch ätzende Alkalien bewirkte Niederschlag geht ins Gelblichgraue über.

14. Durch das blausaure Kali wird diese Substanz mit milchweißer Farbe gefällt; die Salpeter- und Salzsäure lösen diesen Niederschlag wiederum klar auf. Sollte die auf-

gelbste Erde einen Hinterhalt an Eisen haben, so zeigt dieselbe die bläulichte Farbe des Niederschlags an.

15. Die Galläpfel-Tinktur bewirkt keine Veränderung.

16. Der Niederschlag, welchen die Hydrosulfüre des Ammoniums hervorbringt, erscheint unter gewöhnlicher gelblich weißer Farbe.

17. Mit Schwefelwasserstoff angeschwängertes Wasser verursachte keine Klüftung oder Trübung.

18. Die bernsteinsauren Neutralsalze schlagen die Erde in weißen Flocken nieder. Bedient man sich daher dieses Fällungsmittels zur Absonderung des Eisengehalts, so darf das zu dieser Fällung erforderliche Verhältniß nicht überschritten werden.

19. Phosphorsaures Natrum bewirkt einen weißen Niederschlag, der nach hinzugesetzter Salpeter- oder Salzsäure wieder verschwindet.

20. Mit weinsteinsaurem Kali erfolgt dasselbe.

21. Durch Kleeensäure und kleeäure Neutralsalze erfolgt ebenfalls ein häufiger Niederschlag. Das dadurch gebildete kleeäure Salz, unterscheidet sich von den im Vorhergehenden beschriebenen Niederschlägen dadurch, daß es von der Salpeter- und Salzsäure nicht aufgelöst wird; welches eine nähere Verwandtschaft der Kleeensäure zu dieser Substanz anzeigt.

22. Die feuerbeständigen Alkalien äußern gegen diese Substanz kein Auflösungsvermögen.

23. Das Ammonium scheint nur unter gewissen Umständen ein schwaches Auflösungsvermögen zu besitzen. Es wurde eine salpetersaure Auflösung, die jedoch von Eisengehalt nicht völlig frei war, mit kohlensaurem Ammonium gefällt, und

zugleich in reichlichem Verhältnisse damit übersetzt. Nach einigen Tagen, während welchen die Mischung öfters umgeschüttelt worden, wurde die ammonische Flüssigkeit, welche gelblich gefärbt erschien, durchs Filtrum geschieden, mit Schwefelsäure vollkommen neutralisirt, und in die Wärme gestellt. Es setzte sich ein grauer Niederschlag ab, der mit Salpetersäure aufgelöst, und mit blausaurem Kali gefällt, blausaures Eisen gab. Nachdem dieser abgeschieden worden, fällt kohlensaures Kali aus der noch übrigen Flüssigkeit einen geringen Theil Erde in weißlichen Flocken.

Dieses Verfahren würde zugleich die Mittel an die Hand geben, einen etwanigen Hinterhalt von Eisen zu entdecken und hinwegzuschaffen.

Den angeführten Eigenschaften zufolge, sieht Klaproth diese Substanz für eine eigenthümliche Erde an. Da sie durch das Glühen eine hellbraune Farbe annimmt, so hat er ihr darum den Namen *Dchroit-Erde* (*Ochroita*) von dem griechischen Worte *οχρος* (*flavescens*, *bräunlichgelb*) gegeben.

Unter den Erden weist er ihr die Stelle zunächst bei der *Yttererde* an, mit der sie folgende Eigenschaften gemein hat.

Sie bildet so wie diese mit der Schwefelsäure ein Salz in röthlichen Krystallen, und beide werden durch blausaure Neutralsalze gefällt. Die neue Erde unterscheidet sich aber von der *Yttererde* dadurch, daß sie mit Säuren verbunden keinen süßen Geschmack äußert, daß sie von kohlensaurem Ammonium nicht, oder doch nur in unbedeutendem Verhältnisse aufgelöst wird, und daß sie geglühet, von hellbrauner Farbe erscheint.

Bei Prüfungen im Kleinen vermittelst des Lbthrohrs

auf der Kohle, giebt sie ihre Verschiedenheit von der Yttererde dadurch zu erkennen, daß sie weder vom Borax noch von den Phosphorsalzen aufgelöst wird, die Yttererde hingegen mit beiden zur klaren farbenlosen Perle schmilzt.

Nicht als Erde, sondern als Metalloxyde betrachten die Herren Hisinger und Berzelius in Stockholm diese Substanz. Die von ihnen an derselben bemerkte Eigenschaften sind folgende:

1. Wenn es ihnen auch nicht gelang, diese Substanz, welcher sie den Namen Ceriumoxyde (von dem neuen durch Piazzi entdeckten Planeten Ceres) gaben, indem sie dieselbe mit Leinöl zu einem Teige gemacht, einem heftigen Feuer aussetzten, zu reducirn, so schien sie doch dem metallischen Zustande mehr genähert zu seyn \*).

2. Sie verbindet sich mit verschiedenen Antheilen Sauerstoff. Durch die ägenden Alkalien wird sie aus ihren Auflösungen in Säuren weiß niedergeschlagen, dieser Niederschlag farbte sich an der Luft gelb, welche Farbe beim völligen Austrocknen noch dunkler wurde. In starkem Feuer gebrannt, wurde sie dunkel ziegelfarben.

3. Wird das gebrannte (dunkel ziegelfarbene) Ceriumoxyde mit Schwefelsäure digerirt, so entsteht schwefelsaures Ceriumoxyde mit dem Maximum von Sauerstoff von amethystrother Farbe. War die Säure concentrirt,

\*) Als Gahn Ceriumoxyde mit Bleiorxyde, Kohle und Leinöl gemengt, einem heftigen Feuersgrade aussetzte, so fand er einen beträchtlichen Verlust an Blei, und die übrige Masse war eine schwarze, zerbrechliche, poröse matte Bleikohle (carbure de plomb), die durch Reiben mit harten Körpern metallischen Glanz annahm, und viel Kohle enthielt. (Neues Allg. Jour. d. Chem. B. III. S. II. S. 217.)

so hält der überschüssige Antheil derselben, wenig oder gar nichts aufgelöst. Mit der Hälfte, oder einem größeren Antheile Wasser verdünnt, bildete sie eine gelbliche, dichte Flüssigkeit, die sich an die Seitenwände des Gefäßes nicht anhängt, sondern dieselben, wenn man sie herausgießt, ganz trocken läßt.

Wer die Säure mit sechs, sieben oder mehreren Theilen Wasser verdünnt, und in gehöriger Menge zugesetzt, so löste sie das Dryde auf, stellte eine citrongelbe Flüssigkeit dar, die beim Verdunsten derselben, kleine prismatische, neben einander sitzende goldfarbene Krystalle lieferte, welche saures schwefelsaures Ceriumoxyde mit dem Maximum von Sauerstoff sind.

Beim Zutritte der atmosphärischen Luft zerfallen diese Krystalle langsam zu einem gelben, gewissermaßen krystallinischen Pulver. Im Wasser wieder aufgelöst, zersetzen sie sich, es scheidet sich ein weißes Pulver ab, und die Auflösung wird farbenlos. Dieses weiße Pulver ist schwefelsaures weniger oxydirtes Cerium. Aus der Auflösung schießt beim Verdunsten, saures schwefelsaures gleichfalls weniger oxydirtes Cerium an. Die Krystalle dieses Salzes sind selten kubisch, öfters aber in Bündel strahlig zusammengehäufte Prismen. Die Auflösung hat einen süßen, hintennach aber zuckersüßen zusammenziehenden Geschmack.

Von der Salzsäure wird das gelbe saure schwefelsaure Cerium durch Kochen desoxydirt; sie entzieht ihm Sauerstoff, und wird in gasförmige oxydirte Salzsäure verwandelt. Auch durch bloße Erhöhung der Temperatur wird diesem Salze ein Theil seines Sauerstoffes entzogen, und dasselbe entfärbt. Bei noch mehr verstärkter Hitze wird auch die überschüssige

Säure weggetrieben, und es bleibt schwefelsaures Cerium zurück. In starkem Feuer anhaltend geglühet nimmt es wieder Sauerstoff an, färbt sich roth, und geht in den Zustand des schwefelsauren Ceriumoxydes zurück. Etwas schwerer hält es, das durch Salzsäure desoxydirte Cerium durch Glühen wieder zu oxydiren.

Die Alkalien zerlegen auf nassem Wege das schwefelsaure Cerium nur unvollkommen. Das Ammonium schlägt aus der Auflösung des schwefelsauren Ceriums ein dem Anscheine nach reines Oxyde nieder, das aber noch mit einem Antheile Schwefelsäure verbunden ist. Vollkommen zerlegt wird das schwefelsaure Cerium nur dann, wenn es mit seinem dreifachen Gewichte kohlensauren Kali oder Natrum geglühet wird.

Das gebrannte schwefelsaure Ceriumoxyde hat eine braune Farbe; digerirt man es mit kaustischem Ammonium, so entzieht dieses demselben einen Theil seiner Säure; es erhält dadurch eine lebhaftere Fleischfarbe, die durch das Austrocknen bleicher wird. Mit konzentrirter Salzsäure, oder Salpetersäure digerirt, wird es in geringer Menge und mit gelber Farbe aufgelöst.

Wird eine Auflösung des schwefelsauren Ceriums mit Kali niedergeschlagen, so scheidet sich, noch ehe die Sättigung vollständig erfolgt, eine dreifache Verbindung aus Schwefelsäure, Kali und Cerium aus. Wird zu viel Kali zugesetzt, so wird sie wieder zum Theil zerstört. Das kalihaltige starkoxydirte schwefelsaure Cerium hat eine zitronengelbe Farbe, das weniger oxydirte ist weiß. Diese Verbindung wird auch erhalten, wenn salzsaures Cerium in eine Auflösung von schwefelsaurem Kali getropfelt wird. Schwefelsaures Ame

monium bringt diese Erscheinung nicht hervor; so wie aber irgend ein kalihaltiges Salz zugesetzt wird, so fällt jenes dreifache Salz zu Boden.

Setzt man dieses dreifache Salz einer erhöhtem Temperatur aus, so schmilzt es; erhitzt man es mit Kohle, so wird schwefelhaltiges Kali und schwefelsaures Cerium erhalten. In verschlossenen Gefäßen mit kohlensaurem Kali geschmolzen, giebt es kohlensaures Cerium und schwefelsaures Kali. Es enthält nicht völlig den dritten Theil Cerium.

In concentrirter Salpetersäure löset es sich auf, und aus dieser Auflösung schießt beim Erkalten ein saures Salz in Krystallen an. Es bestehet aus saurem schwefelsaurem Kali mit etwas schwefelsaurem Cerium vermischt. Das dreifache aus Kali, Schwefelsäure und Cerium bestehende Salz wird von der concentrirten Salpetersäure zerlegt; die Säure nimmt das Metall auf, und die Schwefelsäure bleibt im Uebermaaß mit dem Kali verbunden.

4. Die Salpetersäure löst das gebrannte Dryde sehr schwer, das mit Alkalien niedergeschlagene reine oder kohlensaure hingegen leicht auf. Die Auflösung hat, wenn sie mit Sauerstoff gesättigt ist, eine gelbgrünliche Farbe, weniger oxydirt ist sie farbenlos. Wird sie bis zur Honigdicke verdunstet, so schießt das Salz in tafelförmigen Krystallen an, die Feuchtigkeit aus der Luft einsaugen. Es schmeckt zuckersüß. Völlig neutralisirt setzt es, wie die neutralen Auflösungen des Ceriums überhaupt, wenn sie der athmosphärischen Luft ausgesetzt wird, überoxydirtes Cerium ab. Das ganz ausgetrocknete Salz hat eine weißgelblichte Farbe, und wird nach abermaligem Auflösen in Wasser wieder farbenlos. Der Alkohol löset es leicht auf.

Ein Zusatz von Eisen giebt der concentrirten Auflösung dieses Salzes eine blutrothe Farbe, die durch Austrocknen ins Weißgelblichte übergeht, durch Wiederauflösung aber zurückkommt.

Das weniger oxydirte farbenlose salpetersaure Cerium wird erhalten, wenn man das gelbe Salz in Alkohol auflöst, und die Auflösung anzündet, da das weiße Salz zurück bleibt.

In Feuer wird es zerstört, und die Säure ausgetrieben.

5. Die Salzsäure löst das gebrannte Ceriumoxyde in der Kälte langsam, bei der Digestion leichter mit Aufbrausen, und häufiger Entbindung des oxydirten salzsauren Gases auf. Die Auflösung hat eine schwach gelbgrünliche Farbe, und einen sehr süßen zusammenziehenden Geschmack. Sie krystallisirt sehr schwer, die eingetrocknete Salzmasse ist weißgelb und zieht Feuchtigkeit an. Nur einmal wurde dieses Salz in weißen glänzenden vierseitigen Prismen mit abgestumpften Endflächen krystallisirt erhalten. In Alkohol löset sich dasselbe leicht auf, und die Auflösung brennt, wenn sie concentrirt ist, mit gelber funkenwerfender Flamme. Das rückständige Salz ist weiß, und seine Auflösung farbenlos. Es ist salzsaures Cerium mit dem Maximum von Sauerstoff.

Wird es in verschlossenen Gefäßen dem Feuer ausgesetzt, so entweicht erstlich das Krystallisationswasser, dann aber die Säure, als gasförmige oxydirte Salzsäure. Wird die Operation, ehe die Entbindung der Säure beendigt ist, unterbrochen, so bleibt ein Theil salzsaures Cerium, das aber mit einer geringeren Menge Sauerstoff verbunden ist, unzerlegt zurück.

Ist dem salzsauren Cerium etwas salzsaures Eisen bei-

gemengt, so sublimirt sich dieses als eine braune, nicht kry-  
stallisirte Masse, die sehr zerfließend ist, und in der Retorte  
bleibt weißes Ceriumoxyde zurück, das mit Wasser ange-  
feuchtet, und dem Zutritte der Luft ausgesetzt, eine gelbe  
Farbe annimmt.

6. Sowohl von der freien, als von der mit Alkalien  
gesättigten Phosphorsäure, wird das salzsaure Cerium ge-  
fällt, der Niederschlag ist weiß, und in einem großen Ueber-  
maaß von Salzsäure oder Salpetersäure wieder auflöslich.

Wird das reine noch feuchte Oxyde mit Phosphorsäure  
digerirt, so wird dieses Salz gleichfalls erhalten; es löset  
sich aber in einem Uebermaaß von Phosphorsäure nicht wie-  
der auf.

7. Das kohlen saure Ammonium schlägt das salzsaure  
Cerium ohne Aufbrausen nieder; doch entweicht aus dem  
Niederschlage nach und nach ein Theil der Kohlen säure. Der  
Rückstand behält seine Säure auch nach dem Austrocknen bei.

Das völlig trockene kohlen saure Cerium hat eine weiße  
ins Bläulichte oder Grünlichte sich ziehende Farbe; die Sä-  
ren lösen es mit Aufbrausen auf, im freien Feuer läßt es  
seine Säure leicht fahren. In verschlossenen, vor dem Zu-  
tritte des Sauerstoffes gesicherten Gefäßen, hält es auch  
eine leichte Glühung aus, ohne zersetzt zu werden.

8. Die Auflösung des Ceriums in Salzsäure wird durch  
die Arsenik säure nicht verändert. Mit dem Oxyde desselben  
verbindet sie sich in der Digestion zu einem unauflöslichen  
Salze. Ein Ueberschuß von Säure löset dieses Salz wieder  
auf, und bildet damit saures arsenik saures Cerium. Die  
Auflösung dieses Salzes, setzt beim Verdunsten etwas neutra-  
les arsenik saures Cerium in Pulvergestalt ab. Der Rück-

stand krystallisirt nicht, sondern trocknet zu einer farbenlosen, gallertartigen Masse ein.

9. Aus den neutralen Auflösungen des Ceriums in Säuren schlägt das molybdänsaure Ammonium ein weißes flockiges Salz nieder, das molybdänsaures Cerium ist, und welches die Säuren wieder auflösen.

10. Sowohl die sauren als neutralen Verbindungen des Ceriums werden von der Keesäure niedergeschlagen; nach Verschiedenheit des Grades der Oxydation des Ceriums hat dieser Niederschlag eine weiße oder gelbe Farbe. Auch durch Digestion des Drydes mit freier Keesäure wird dieses Salz erhalten. Ueberschüssige Säure löst es nicht auf; das ätzende Ammonium löst es hingegen leicht, und mit gelber Farbe auf, durch Verdunsten setzt sich etwas Dryde ab; denn aber schießt das Salz regelmäßig in gelben nadelförmigen Krystallen an. Die reinen Alkalien schlagen davon nichts nieder.

11. Wird Weinsäure mit frisch gefälltem Ceriumoxyde digerirt, so verbindet sich die Säure damit zu einem schwerauflöselichen weinsäurehaltigen Salze. Man erhält dieses Salz auch dadurch, daß man in eine neutrale Auflösung des Ceriums weinsäurehaltiges Kali bringt. Dieses wird wie das vorhergehende Salz vom ätzenden Ammonium aufgelöst, die Verbindung ist aber nicht krystallisirbar. Keines Natrum scheidet davon etwas Ammonium aus, und giebt eine leicht krystallisirbare Verbindung.

Das weinsäurehaltige Cerium ist im Wasser nicht ganz unauflöselich, die Auflösung wird durch kohlensaures Kali zersezt.

12. Wird eine sehr concentrirte Auflösung der Benzoesäure mit frisch gefälltem Ceriumoxyde gekocht, so wird dieses

aufgelöst: beim Erkalten krystallisirt zuerst die überschüssige Benzoesäure, dann setzt sich das benzoesaure Cerium als ein schneeweißes Pulver ab.

13. Mit dem Dryde des Ceriums digerirt giebt die Zitronensäure ein unaufslöliches Salz, das in einem Ueberschuß von Säure wieder aufgelöst wird. Das saure zitronensaure Cerium hat eine gelbe Farbe, und ist nicht krystallisirbar. Der Alkohol entzieht demselben etwas Wasser, löset es aber nicht auf.

14. Das gebrannte Ceriumoxyde wird von der Essigsäure sehr unvollkommen, und nur durch Hülfe der Wärme, das durch Alkalien gefällte aber leicht aufgelöst. Das neutrale effigsaure Cerium ist in Wasser leicht auflölich, hat einen sehr süßen Geschmack, und schießt beim gelinden Verdunsten in körnigen auch kleinen spießigen Krystallen an. An der Luft verändern sie sich nicht, und sind in Alkohol nur wenig auflölich. Im Feuer schwillt dieses Salz auf, glühet und wird zerstückt.

15. Die neutralen Auflösungen des Ceriums werden von der freien Bernsteinsäure anfänglich getrübt; sie werden aber bald wieder klar. Auch wenn in eine neutrale Auflöfung des salpetersauren oder salzsauren Ceriums einige Tropfen bernsteinsaures Ammonium getropfelt werden, erfolgt ein Niederschlag der bald verschwindet. Durch fortgesetztes Zugießen schlägt sich aber bald bernsteinsaures Cerium nieder. Dieses Salz ist weiß, und im Wasser nicht ganz auflölich, denn die Auflösungen aus denen es abgeschieden worden, halten noch eine kleine Menge davon zurück, die beim Verdunsten derselben abgesetzt wird, oder durch Alkalien zerlegt werden kann.

Durch Digeriren der Bernsteinssäure mit dem Dryde des Ceriums erhält man eben dieses Salz. Es ist in Säuren ziemlich leicht auflöslich. Im Feuer brennt es mit blauer Flamme.

Da das bernsteinsaure Ammonium das essigsaure Cerium nicht zersetzt, so giebt es ein sehr gutes Mittel an die Hand eisenfreies Cerium zu erhalten.

16. Bringt man in eine neutrale Auflösung des salzsauren Ceriums krystallisirte Gallussäure, so wird eine geringe Menge eines weißen Bodensatzes abgeschieden. Kaustische Alkalien machen ihn noch häufiger, und färben ihn licht chokoladenbraun. Setzt man das Alkali in verschiedenen Antheilen zu, so nimmt der Niederschlag mit der Menge des Alkali an Dunkelheit zu, wird rothbraun, und giebt zuletzt eine undurchsichtige Auflösung, die aber wenn sie gegen das Licht gehalten wird, dunkelgrün erscheint.

17. Die blausauren Neutralsalze schlagen die neutralen Auflösungen des Ceriums weiß nieder. Der voluminöse Bodensatz gleicht dem durch Kochsalz gefällten Silber. Ein Ueberschuß von Säure löst das blausaure Cerium leicht wieder auf.

18. Das schwefelwasserstoffhaltige Ammonium macht die neutralen Auflösungen des Ceriums erstlich bräunlich, dann aber, wenn eine größere Menge zugesetzt wird, erfolgt ein dunkelgrüner Niederschlag. Das salzsaure Cerium nimmt nur eine dunkelgrüne Farbe an, wird aber etwas Alkali zugesetzt, so wird die schwefelwasserstoffhaltige Verbindung niedergeschlagen. Beim Minimum der Drydation wird das salzsaure Cerium unmittelbar durch das schwefelwasserstoffhaltige Ammonium lichtgrün gefällt. Das schwefelwasserstoff-

ferstoffhaltige wohl ausgetrocknete Cerium hat eine dunkelgraue, beinahe schwarze Farbe. Im Feuer wird es leicht zerstört, und brennt, wenn man es in einen erhitzten, nicht aber glühenden Tiegel wirft, mit einer gelblichen, phosphorischen nur im Finstern bemerkbaren Flamme.

19. Wasserstoffschwefelhaltiges Ammonium bringt in den Auflösungen des Ceriums einen schmutzig braunen Niedersatz zuwege. Wird es im Uebermaaß zugesetzt, so nimmt der Niederschlag eine gesättigte grasgrüne Farbe an, die beim Trocknen lichtgrau wird. Das geschwefelte Ceriumoxyde brennt im Feuer mit blauer Flamme, und es bleibt reines Ceriumoxyde zurück.

Beim Minimum der Oxydation wird das salzsaure Cerium von der gedachten Verbindung weiß niedergeschlagen.

20. Noch ist es nicht ganz ausgemacht, ob sich das Cerium mit dem Phosphor verbinde.

21. Die ätzenden Alkalien lösen das Ceriumoxyde nicht auf; die feuerbeständigen selbst beim Schmelzen nicht. Die kohlensauren lösen es nur in geringer Menge auf, die Auflösung ist gelb, und wird von den Säuren zerlegt. Beim Schmelzen in verschlossenen Gefäßen erfolgt gleichfalls eine Auflösung. Wird dieser Versuch in offenen Gefäßen vorgenommen, so wird das Cerium zu stark oxydirt, um nachher in der Auflösung bleiben zu können. (Man sehe über diesen Gegenstand: Neues allgem. Jour. der Chemie B. II. S. III. S. 303 ff. und S. IV. S. 397 ff.)

Einer unsrer ersten Scheidekünstler weist, wie man aus dem Vorhergehenden ersiehet, einer Substanz ihre Stelle un-

ter den Erden an, während andre sie aus sehr triftigen Gründen den Metallen beizählen: abermals ein Beweis, daß die Gränzen welche die Kunst zieht, künstliche Bestimmungen sind, welche die Natur nicht kennt. Bei so bewandten Umständen habe ich das Wesentlichste, aus den Abhandlungen Klaproths und der Herren Hisinger und Berzelius mitgetheilt; da beide Theile von ganz verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen, so mußte auch die Ansicht eines jeden isolirt dargestellt werden. Da bei einem neuen Gegenstande die Uebersicht ungemein erleichtert wird, wenn man alles was davon bekannt ist, zusammenstellt, so habe ich den vom Verfasser in den übrigen Theilen dieses Werkes befolgten Weg verlassen.

Da die Darstellung im metallischen Zustande bei mehreren Substanzen, die wir für metallisch anerkennen, gar nicht, oder doch nur sehr unvollkommen gelingt, so scheint die Verbindung mit dem Sauerstoff der einzige Karakter zu seyn, der Erden von Metallen trennt, und dieses hat mich bestimmt, dem Cerium an diesem Orte seine Stelle anzuweisen,

---

Von einer andern metallischen Substanz wird in dem Journal des Mines Vendemiaire XII. N. 85. p. 46 — 63 (übersezt im Neuen allgem. Jour. der Chemie B. II. N. I. S. 73 — 90) Nachricht gegeben.

Descotils wurde auf die verschiedenen Farben, welche gewisse Platinsalze zeigen, aufmerksam, und suchte diese Erscheinung zu erklären.

Er glaubte die Färbung der rothen Platinsalze einem eigenthümlichen, in einem gewissen Grade oxydirten Metalle

zuschreiben' zu 'müssen, welches in Säuren fast unauf löslich sey, sich aber in Verbindung mit dem Platin auflöse. Andre Eigenheiten die er an demselben zu bemerken glaubte, sind die, daß es durch Drydation eine blaue ins Grüne übergehende Farbe annehme, und daß man es bisweilen von violetter Farbe erhalte; daß seine Dryden wenn sie mit Platin verbunden sind, sich in Alkalien auflösen; daß sie aus ihren Auflösungen in Säuren durch schwefelhaltiges Wasserstoffgas nicht niedergeschlagen werden; daß sie den Borax nicht färben; durch bloße Hitze zum Theil reducirt werden, zum Theil sich verflüchtigen; daß ein Strom von Sauerstoffgas diese Verflüchtigung begünstige, und daß er mit Beihülfe der Wärme hinreiche, dieses Metall zu oxydiren, und es mit blauer Farbe zu sublimiren.

Die angeführten Eigenschaften wodurch sich diese Substanz von allen andern bekannten metallischen Substanzen unterschied, veranlaßten Descotils dieses Metall durch welches die Platinsalze roth gefärbt werden, für ein eigenthümliches zu erklären.

Fourcroy und Bauquelin veranlaßt durch die Versuche von Mussin Pouschkin über das Platinamalgame, und die von Chenevix über die Synthesis des Palladiums, unterwarfen das Platin einer genaueren Untersuchung, und fanden fast zu gleicher Zeit mit Descotils dieses neue Metall.

Nachdem sie das Platin durch Auslesen der demselben beigemengten Substanzen mechanisch gereinigt hatten, so behandelten sie es nacheinander unter Mitwirkung der Wärme mit Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure in den Verhältnissen wie 1 zu 3 bis 4.

Nach Anwendung dieser Reinigungsmittel, und nachdem es gut abgewaschen worden, war das Platin glänzender und merklich gleichartiger. Hierauf wurde es in einer auf erwärmten Sand gestellten Glasretorte, dreimal nach einander mit starker salpetriger Salzsäure digerirt. Das erste und zweite Mal mit der siebenfachen, das dritte Mal mit nur halb so viel Säure (dem Gewichte nach) als die beiden ersten Male; und bei jeder dieser Operationen wurde ein mehrstündiges Sieden und Digeriren angewendet. Nach Beendigung dieser Arbeiten blieb ein schwarzes Pulver zurück, welches aus Blättchen bestand, die nicht mehr den vorigen Glanz des Platins hatten, und ungefähr ein Fünftheil desselben betrug. Ein ähnliches schwarzes Pulver wurde aus den Auflösungen die durch das zweite und dritte Aufgießen der salpetrigen Salzsäure auf das Platin erhalten worden waren, abgeschieden.

Dieses Pulver wurde mit gleichen Theilen kaustischem Kali in einem Platintiegel eine Stunde lang geschmolzen. Die Masse welche dadurch eine sehr grüne Farbe erhalten hatte, wurde mit Wasser aufgeweicht, dem sie die grüne Farbe mittheilte. Nachdem die grüne Flüssigkeit filtrirt, und der ebenfalls noch grüne Rückstand ausgewaschen worden, wurde das in der Flüssigkeit enthaltene Uebermaaß von Kali durch Salzsäure gesättigt, und die Mischung erhitzt. Dadurch wurde die grüne Substanz in Gestalt von Flocken abgeschieden, und die Flüssigkeit erhielt eine röthlich gelbe Farbe. Versuche zeigten in derselben unverkennbar die Gegenwart der Chromsäure.

Die Behandlung mit Kali und Säure darf nur zwei, höchstens dreimal wiederholt werden, um eine völlige Zersetzung des schwarzen Pulvers zu bewirken.

Beim Auslaugen der durch das Schmelzen mit Kali entstandenen Masse entwich ein unsichtbarer Dunst, der stark auf Augen und Schlund wirkte, und in letzterem eine Herbe und unerträgliches Zusammenziehen veranlasste, dem ähnlich, welches der Rettig oder die oxydirte Salzsäure hervorbringt.

Mehrere Versuche, welche die Verfasser mit diesem Dunste anstellten, um die Natur und den Ursprung desselben zu erforschen, überzeugten sie, daß er nur von dem neuen, dem Platin beigemischten Metalle herrühren könne. Sie sammelten alle von der Zersetzung des schwarzen Pulvers herrührende Laugen, und destillirten sie aus einer Retorte, die mit einer in Wasser gelegten Vorlage versehen war.

Die destillirte Flüssigkeit verbreitete denselben Dunst; die Korkstöpsel, womit die Flaschen, welche diese Flüssigkeit enthielten, verschlossen waren, waren dunkelblau, fast schwarz, gefärbt; ein Tropfen dieser Flüssigkeit, der auf die Hand fiel, verursachte einen blauen Fleck, den weder Alkalien noch Säuren hinwegnehmen konnten. Der Geschmack derselben war äußerst scharf und ätzend; es blieb ein Nachgeschmack, dem nicht unähnlich, welchen die Silberauflösung hervorbringt. Einige Tropfen Galläpfeltinktur färbten die Flüssigkeit vortrefflich blau; blausaures Kali verursachte keinen Niederschlag; die Flüssigkeit nahm bloß eine rothe Farbe an, die durch hinzugesetzte Salpetersäure in Violett umgeändert wurde. Eine Zinnplatte ertheilte der Flüssigkeit, welche vorher mit etwas Salzsäure versetzt worden war, anfänglich eine Purpurfarbe, die bald ins Blaue überging, und nachdem sie eine beträchtliche Menge schwarzer, in Säuren unauflöslicher Flocken abgesetzt hatten, gänzlich verschwand. Ähnliche Erscheinungen bewirkten die Auflösung des grünen Schwefel-

sauren Eisens, und das schwefelhaltige Wasserstoffgas. Durch Reagenzien konnte man in der Flüssigkeit weder die Gegenwart eines freien Alkali, noch einer freien Säure entdecken.

Auffallend ist es, daß ein Metall, welches allen damit vorgenommenen Prüfungen zufolge äußerst strengflüssig ist, sich ferner unter allen Metallen am schwersten in Säuren auflöst und oxydirt, sich so leicht in Wasser auflösen und verflüchtigen läßt.

Um das neue Metall rein darzustellen, wurde nachstehendes Verfahren befolgt. Das schwarze Pulver wurde auf die oben beschriebene Art zersetzt, die salzsauren Auflösungen zusammengemengt, diese in gelinder Wärme verdunstet, um die darin befindliche Kieselerde abzuscheiden, und dann wieder in Wasser aufgelöst. In die filtrirte schön roth gewordene Auflösung wurde etwas Salzsäure geschüttet, und Zinkstäbchen hineingestellt. Dadurch wurde das Metall niedergeschlagen. Der Niederschlag wurde hierauf mit vielem Wasser ausgewaschen und zuletzt mit etwas Salzsäure behandelt, um alles etwa dabei befindliche Eisen hinwegzuschaffen. Durch nachheriges Trocknen in gelinder Wärme wurde der Niederschlag weiß, und nahm einen starken Metallglanz an. Der Zusatz von etwas Salzsäure ist darum nöthig, um ein schwaches Aufbrausen hervorzubringen, wodurch das Anhängen des neuen Metalls an das Zink verhindert wird.

Dieses Metall ist weiß, fast wie das Platin; spröde, und sehr leicht zu pulvern. Wenn es aus einer seiner Auflösungen durch Zink niedergeschlagen worden, und vor dem Löthrohre stark erhitzt wird, so verflüchtigt es sich als ein weißer Rauch, und verschwindet gänzlich.

Wird dasselbe im reinen Zustande sehr fein zertheilt mit

dem gleichen Gewicht Kali geschmolzen; so wird es durch den Sauerstoff der Athmosphäre oxydirt, und es entstehet dadurch eine nach dem Erkalten grünliche Masse. Wäscht man diese mit Wasser, so löst sich das Kali mit einem Theile des Dryde auf, aus dieser Auflösung welche eine röthliche Farbe hat, fällen Säuren das Dryde in röthlichen Flocken. Wird Salzsäure auf den ausgewaschenen Rückstand gegossen, so wird dieser davon zum Theil aufgelöst. Die Auflösung hat eine sehr dunkelgrüne Farbe, die aber bei einem Zusatz von Wasser blau wird.

Keine einfache Säure greift dieses Metall an; selbst von der salpetrigen Salzsäure sind mehr als 300 Theile erforderlich, um einen Theil desselben aufzulösen. Es gehöret demnach zu den am schwersten auflöselichen Metallen: wahrscheinlich weil seine Verwandtschaft zum Sauerstoff, und die seines Dryde zu den Säuren sehr schwach ist. Auch gehöret es zu denjenigen Substanzen, welche die Säuren nur sehr unvollkommen sättigen, und seine Salze sind nur mit einem Uebermaass derselben auflöselich. Wird das Metall unmittelbar in salpetriger Salzsäure aufgelöst, so besizt die Flüssigkeit eine sich etwas ins Rosenrothe ziehende rothe Farbe; beim Abdampfen nimmt sie gegen das Ende, wenn sie sehr dick zu werden anfängt, oft eine sehr reine blaue Farbe an, die bei vollkommener Austrocknung wieder roth wird.

Das mit Hülfe des Kali und der atmosphärischen Luft oxydirte Metall, löst sich leicht in den Mineralsäuren auf. Die Schwefel- und Salzsäure, werden nach Verschiedenheit des Grades ihrer Stärke grün oder blau: die Salpetersäure hingegen nimmt, wenn sie concentrirt ist, stets eine rothe Farbe an. Die Alkalien fällen diese Auflösungen mit der ih-

nen eigenen Farbe; die rothen roth, die grünen grün. Den rothen Niederschlag lösen die Alkalien wieder auf, den grünen nicht.

Das blausaure Kali verändert die Farbe dieser Auflösungen, wosfern sie eisenfrei sind, nicht; die durch etwas Kali unterstützte Galläpfel-Tinktur färbt sie violett, und verursacht einen braunrothen Niederschlag; das grüne schwefelsaure Eisen macht die Auflösung zuerst violett; nachher wird sie grün, und setzt mit Hülfe der Wärme ein schwarzes Pulver ab. Der schwefelhaltige Wasserstoff entfärbt augenblicklich diese Auflösungen, und es setzt sich nachher in der Wärme ein schwarzbraunes Pulver ab. Die meisten Metalle, und das Zink bringen die rothe Farbe gleich zum Verschwinden, und ändern sie in die gelblichgrüne um, die nachher in dem Maaße abnimmt, als sich grüne Flocken niederschlagen.

Die blaue salzsaure Auflösung verhält sich zu den Reagenzien etwas anders als die rothe. Die oxydirte Salzsäure giebt ihr eine grüne Farbe, die nur durch Wärme und Verdampfen roth wird. Mit schwefelhaltigem Wasserstoffgase angeschwängertes Wasser, zerstört unter Auscheidung von blauen Flocken die blaue Farbe, und läßt eine rothe mit grünlicher Schattirung zurück. Zink ändert sie in grün, nachher in Röthlichgelb um; zuletzt entfärbt sich die Flüssigkeit, und setzt schwarze, mit einigen grünen gemischte Flocken ab.

Aus den angeführten Erscheinungen geht hervor, daß dieser metallische Stoff nur wenig Anziehung zum Sauerstoff habe, indem er sich so schwer damit verbindet, und wenn er damit verbunden ist, ihn so leicht an andre Körper absetzt, von denen mehrere, nicht einmal die ersten Stellen unter den oxydirbaren einnehmen. Ferner scheint es sich mit verschie-

denen Antheilen Sauerstoff verbinden zu können, und daher seine verschiedene Farben zu rühren. Auch die Flüchtigkeit welche das eine Dryde dieses Metalls bei der Destillation zeigt, scheint eine Folge der verschiedenen Menge Sauerstoff, mit der es verbunden ist, zu seyn.

In dem schwarzen Pulver scheint das Metall sich in vollkommenem metallischen Zustande zu befinden, und von jeder Verbindung, eine kleine Menge Platin ausgenommen, frei zu seyn. Noch eine andere Eigenthümlichkeit dieses Metalles darf nicht übergangen werden; die lebhaftesten Wirkungen welche es auf organische Stoffe ausübt. Man sehe hierüber *Annales de Chimie* N. 148. p. 5-26. und *Neues allg. Journal der Chemie* B. II. S. III. S. 269—282; und B. III. S. III. S. 262—276.

So sehr sich dieses Metall durch seine Eigenschaften von allen bisher bekannten Metallen zu unterscheiden scheint, so müssen doch noch fernere Versuche angestellt werden, um sich von der Eigenthümlichkeit desselben zu vergewissern. Mehrere der angeführten Erscheinungen machen einen verlarvten Chromgehalt wahrscheinlich; und aus den Phänomenen welche die Verflüchtigung dieser Substanz begleiten, sollte man fast auf die Gegenwart des Tellurs schließen.

---

Nachstehende Tabelle enthält die Veränderungen der Dichte, welche mehrere Metalle erleiden, wenn sie mit Gold zusammengeschmolzen werden. Sie rührt von Hatchett her, und ist in den *Phil. Trans.* vom Jahre 1803 abgedruckt. Hatchett wurde zu diesen Versuchen durch einen Auftrag der Regierung veranlaßt, die hievon bei dem Münzwesen

Gebrauch machen wollte. Die Versuche beschäftigten den genannten Chemisten von 1798 bis 1801. Er versuchte die Verbindung 13 verschiedener Metalle mit dem Golde, und prüfte die Eigenschaften der daraus entstehenden Metallgemische. Hiervon ist das Erforderliche, bei jedem einzelnen Metalle angeführt worden. Andre nicht sowohl chemische als vielmehr physische Eigenschaften, z. B. über das Verhalten wenn diese Gemische der Friction ausgesetzt werden u. s. w. muß man in der Abhandlung selbst auffuchen.

Gemischte.	Specifisches Gew. wicht.	Gew. in Granen.	Volumen vor der Verbindung in Granen Wasser.		Volumen nach der Verbindung.	Ausdehnung.	Zusammengesetz- tung.	Specif. Gewicht des Gemischtes.
Gold	19,172	442	23,05	) 26,68	26,78	0,0037		17,927
Silber	10,474	38	3,63					
Gold	19,172	442	23,05	) 27,32	27,98	0,0241		17,157
Kupfer	8,895	38	4,27					
Gold	19,172	442	23,05	) 27,99	28,43	0,0226		16,885
Eisen	7,700	38	4,94					
Gold	19,172	442	23,05	) 28,26	27,73		0,0187	17,307
Zinn	7,291	38	5,21					
Gold	19,172	442	23,05	) 26,40	26,54	0,0053		18,080
Blei	11,552	38	3,35					
Gold	19,172	442	23,05	) 27,92	28,12	0,0072		17,068
Nickel	7,807	38	4,87					
Gold	19,172	442	23,05	) 28,43	28,34		0,0031	16,937
Zink	7,065	38	5,38					
Gold	19,172	442	23,05	) 26,92	26,61		0,0115	18,083
Wism.	9,822	38	3,87					
Gold	19,172	442	23,05	) 28,71	28,35		0,0125	16,929
Antim.	6,712	38	5,66					
Gold	19,172	442	23,05	) 28,02	28,05		0,0107	17,112
Kobalt	7,645	38	4,97					
Gold	19,172	442	23,05	} 27,00	27,67	0,0248		17,344
Silber	10,474	19	1,80					
Kupfer	8,895	19	2,14					

## Vier und zwanzigster Abschnitt.

## Allgemeine Bemerkungen.

Der Gegenstand der vorhergehenden Abschnitte, war die Beschreibung der Eigenschaften der verschiedenen Metalle, und die Untersuchung der Zusammensetzungen, welche sie mit dem Sauerstoffe, den einfachen brennbaren Stoffen und untereinander bilden.

I. Folgende Tabelle läßt mit einem Blick die vorzüglichsten Eigenschaften derselben übersehen.

Metalle.	Farbe.	Härte.	Specifisches Gewicht.	Temperatur, bei der sie schmelzen.	Streckbarkeit.	Zähigkeit.
Gold.	Gelb.	6½	19,300	32 W.	282000	157
Platin.	Weiß.	8	21,000	170 + W		274
Silber.	Weiß.	7	10,510	28 W	160000	167
Quecksilber.	Weiß.		13,573	— 39 F		
Kupfer.	Roth.	7½	8,870	27 W		302
Eisen.	Blaugrau.	9	7,788	158 W		549
Zinn.	Weiß.	6	7,299	442 F	2000	31
Blei.	Blaulichweiß	5½	11,352	540 F		18
Nickel.	Weiß.	8½	9,000	150 W		
Zink.	Weiß.	6½	7,190	700 F		
Bismuth.	Weiß.	7	9,822	460 F	0	
Antimonium.	Grau.	6½	6,860	809 F	0	
Tellurium.	Weiß.		6,115	540 + F	0	
Arsenik.	Weiß.	5	8,310	400? F	0	
Kobalt.	Weiß.	6	8,150	130 W	0	
Magnesium.	Weiß.	9	7,000	160 W	0	
Scheetium.	Grau.	10	17,600	170 + W	0	
Molybdän.	Grau.		7,500		0	
Uranium.	Grau.	6	6,440		0	
Titanium.	Roth.	9			0	
Chromium.	Weiß.				0	

W. zeigt Wedgwoods Pyrometer, F. Fahrenheit's Thermometer an.)

2. Alle Metalle können sich mit Sauerstoff verbinden; sie gehören mithin in die Klasse der brennbaren Stoffe. Die Verwandtschaft derselben zum Sauerstoff ist verschieden; einige entziehen denselben andern Metallen, und zersetzen die Oxide derselben. Die Ordnung, in welcher sich die Metalle in Rücksicht ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff folgen, kann, so weit dieses ausgemittelt worden ist, aus der Tabelle,

welche dem ersten Kapitel dieses Buches beigelegt worden ist, ersehen werden.

Das Metall, welches am begierigsten den Sauerstoff aus der Atmosphäre anzieht, ist darum keinesweges dasjenige, welches die stärkste Verwandtschaft zu demselben hat. Das Arsenik verliert z. B. in sehr kurzer Zeit seinen Glanz in der freien Luft, dessenungeachtet ist seine Verwandtschaft zum Sauerstoff nicht so groß als die des Zinnes, das doch Jahre lang der Luft ausgesetzt werden kann, ohne seinen Glanz zu verlieren. Man würde demnach irren, wenn man die Verwandtschaft des Metalls zum Sauerstoff nach der Absorbition des Sauerstoffs aus der Luft bestimmen wollte.

Euthalten  
bestimmte  
Quanta  
Sauerstoff. Einige Metalle verbinden sich nur mit einem Antheile Sauerstoff, und bilden daher nur ein Dryde; allein die Mehrzahl derselben verbindet sich mit zwei bis drei Antheilen, und stellt mehrere Dryden dar, welche gewöhnlich durch die Farben von einander unterschieden werden. Diese Antheile sind bei verschiedenen Metallen und bei verschiedenen Dryden verschieden; allein dieselbe bestimmte Menge Sauerstoff ist stets erforderlich, um ein bestimmtes Dryde zu bilden. Kurz jedes Dryde bestehet, wie Proust und andere Naturforscher gezeiget haben, aus einer bestimmten Menge Metall und Sauerstoff.

Hieraus folgt, daß die Metalle nicht eine unbestimmte, sondern nur eine bestimmte Menge von Verbindungen mit dem Sauerstoff eingehen können; und daß jedes einzelne Dryde aus einer bestimmten Menge Metall und Sauerstoff, die chemisch mit einander verbunden sind, bestehe. So kann sich z. B. das Eisen nicht wie man sonst wähnte, mit allen Mengen Sauerstoff die zwischen 0,27 und 0,48 denkbar sind,

verbinden, und dem gemäß eine sehr große Anzahl von Dryden darstellen: es verbindet sich genau nur mit 0,27 oder 0,48 Theilen; und stellt demnach nur zwei Dryden dar, das schwarze und rothe. Auf gleiche Art verbindet sich jedes andre Metall mit bestimmten Antheilen Sauerstoff, und bildet entweder zwei, oder nach Beschaffenheit desselben mehrere Dryden.

Folgende Tabelle enthält soweit als dieser schwierige Gegenstand bis jetzt ausgemittelt worden ist, die verschiedene Anzahl der Metall-Dryden, und die Menge Sauerstoff welche in einem Theil jedes Dryde enthalten ist.

Metalle.	Dryden.	Farben.	Verhältniß des Sauerstoffs.
Gold.	1	Purpurroth.	
	2	Gelb.	0,10.
Platin.		Gelb.	0,07.
Silber.	1	Grau.	0,10.
	2	Weiß.	
Quecksilber.	1	Schwarz.	0,04.
	2	Weiß.	0,107.
	3	Roth.	0,15.
	4		
Kupfer.	1	Orange.	0,115.
	2	Braun.	0,20.
Eisen.	1	Schwarz.	0,27.
	2	Roth.	0,48.
Zinn.	1	Gelb.	0,20.
	2	Weiß.	0,28.
Blei.	1	Grau.	
	2	Gelb.	0,09.
	3	Roth.	
	4	Braun.	0,21.
Nickel.		Grün.	0,33.

Metalle.	Dryden.	Farben.	Verhältniß des Sauerstoffs.
Zink.	1	Gelb.	0,12.
	2	Weiß.	0,20.
Bismuth.	1	Braun.	0,187.
	2	Weiß.	
Antim.	1	Weiß.	0,185.
	2	Weiß.	0,23.
Tellurium.		Weiß.	
Arsenik.	1	Weiß.	0,248.
	2	Säure.	0,346.
Kobalt.	1	Blau.	
	2	Grün.	
	3	Schwarz.	
Magnesium	1	Weiß.	0,20.
	2	Roth.	0,26.
	3	Schwarz.	0,40.
Scheelium.	1	Schwarz.	0,20.
	2	Gelb.	
Molybdän.	1	Schwarz.	
	2	Blau.	
	3	Grün.	
	4	Weiß.	
Uranium.		Gelb.	0,44.
Titanium.	1	Blau.	
	2	Roth.	
	3	Weiß.	
Chromium.	1	Grau.	
	2	Braun.	
	3	Roth.	
Columbium.		Weiß.	
Tantalium.		Weiß.	

Verbindung mit brennbaren Stoffen. 3. Einer der einfachen brennbaren Stoffe, der Wasserstoff, geht so weit unsere jetzigen Kenntnisse reichen, keine Verbindung mit den Metallen ein. Zwar löset das Wasserstoffgas unter gewissen Umständen eine geringe Menge Eisen, Zink, Arsenik oder die Dryden dieser Metalle auf, vielleicht auch Zinn, allein diese Auflösungen sind nicht beständig. Der Kohlenstoff verbindet sich nur mit dem einen Metalle, dem Eisen. Zwar findet man ihn zuweilen auch im Zink und Magnesium, allein stets an Eisen gebunden.

Der Schwefel verbindet sich mit allen Metallen, das Gold und vielleicht das Titanium ausgenommen \*). Zwei Metalle Zinn und Zink verbinden sich als Dryden mit dem Schwefel, und bilden schwefelhaltige Dryden. Die schwefelhaltige metallische Verbindungen sind alle spröde; die meisten derselben haben eine dunkle Farbe, und sind ohne metallischen Glanz. Einige derselben zeichnen sich aber doch durch die Schönheit ihrer Farbe aus, und werden mit dem besten Erfolge als Mahlerfarben gebraucht.

Alle Metalle (vielleicht mit Ausnahme des Wismuthes und Quecksilbers) verbinden sich mit dem Phosphor.

Die metallischen phosphorhaltigen Verbindungen sind bis jetzt noch zu keinen besondern Zwecken verwendet worden. Die meisten derselben haben metallischen Glanz, und alle sind, mit Ausnahme des phosphorhaltigen Zinnes, Bleies,  
und

---

\*) Proust hat gezeigt, daß das Platin sich mit Schwefel verbinden könne, und daß schwefelhaltiges Platin in der Natur gefunden wird. Ann. de Chim. XXXVIII, 149.

und Zinks spröde. Im Allgemeinen lassen sich sowohl der Schwefel als Phosphor durch die Einwirkung der Hitze abscheiden.

4. Es scheint nicht, daß die einfachen unverbrennlichen Stoffe sich mit den Metallen verbinden können; doch verbindet sich einer derselben, die Salzsäure, sehr leicht mit den metallischen Dryden.

Metallge-  
mische. 5. Fast alle Metalle verbinden sich mit einander, und stellen Metallgemische dar, von denen einige für Künste und Gewerbe von der größten Wichtigkeit sind. Man hielt diese Eigenschaft von jeher für eine Eigenthümlichkeit der Metalle, und noch jetzt ist sie das beste Kennzeichen, um die metallische Natur einer Substanz auszumitteln. Noch fehlt viel daran, um damit dieser Gegenstand in chemischer Rücksicht erschöpft sey. Mehrere dieser Gemische sind bis jetzt noch gar nicht untersucht worden, und das Verhältniß der Bestandtheile ist für die meisten noch nicht ausgemittelt. Es fehlt auch bis jetzt an einem zuverlässigen Verfahren, um die Verwandtschaft der Metalle gegen einander zu bestimmen. Die Ordnung der Verwandtschaften welche für jedes Metall angegeben worden, ist die durch Bergmann bestimmte, dieser gesehet aber selbst, daß es ihm an den erforderlichen Datis gefehlt habe, um die größtmögliche Genauigkeit zu erreichen. Künstler und Handwerker kennen diese Metallgemische besser als die Chemisten. Eine Untersuchung derselben, die durch die Kenntnisse welche der gegenwärtige Zustand der Chemie darbietet, geleitet würde, müßte wesentlich zur Verbesserung eines der wichtigsten Zweige menschlicher Industrie beitragen.

## Zweite Abtheilung.

## Von den nicht sperrbaren Stoffen.

Die in den vorhergehenden Kapiteln beschriebene Substanzen sind von der Art, daß man sie anhäufen, und in schickliche Gefäße einschließen kann, um mit ihnen zu experimentiren, und sie einer genauen Untersuchung zu unterwerfen. Diejenigen Stoffe, welche jetzt den Gegenstand unserer Beschäftigung ausmachen werden, sind von ganz anderer Beschaffenheit. Wir können sie nicht anhäufen, um sie zu künftigen Versuchen aufzubewahren. Sie sind so fein, daß sie alle unsere Gefäße durchdringen, und haben eine so starke Verwandtschaft zu andern Substanzen, daß sie keinen Augenblick in einem isolirten Zustande verbleiben. Diese Eigenthümlichkeiten haben die Untersuchung derselben ausnehmend schwierig gemacht, und eine Menge von Theorien und Hypothesen veranlaßt, die mit großem Scharfsinne von ausgezeichneten Naturforschern vertheidigt worden sind. Wir kennen bis jetzt vier in diese Klasse gehörende Stoffe, nemlich: Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus. Der zuletzt genannte Stoff kann bei dem jetzigen Zustande unserer Wissenschaft kaum als zur Chemie gehörend betrachtet werden, und von dem dritten werde ich in einem eignen Werke handeln. Ich beschränke mich demnach hier nur auf die beiden ersten Stoffe, denen ich die folgenden Kapitel widmen will. Ihre genaue Verbindung mit dem Verbrennen, dem wichtigsten Proceße der Chemie, hat von jeher

die vorzügliche Aufmerksamkeit der Chemisten auf sich gelenkt, und die Auffuchung ihrer Eigenschaften zu dem interessantesten Theile der Chemie gemacht. Ich werde mit der Betrachtung des Lichtes anfangen, weil dasselbe vollständiger als die Wärme untersucht worden ist, und man die Eigenschaften desselben mit größerer Genauigkeit ausgemittelt hat.

## Erstes Kapitel.

### V o m   L i c h t e .

Jedermann kennt das Sonnenlicht, Kerzenlicht, und das Licht, welches andere brennende Substanzen verbreiten; ebenso ist es eine allgemein bekannte Thatsache, daß das Licht die Körper sichtbar macht.

Natur des Lichtes. Ueber die Natur dieses Lichtes sind von den Naturforschern zwei verschiedene Theorien aufgestellt worden. Huygens hielt es für eine feine, den Raum erfüllende Flüssigkeit, welche die Körper durch die wellenförmige Bewegung, in die es versetzt werde, sichtbar mache. Dieser Theorie zufolge bringt die aufgehende Sonne dieses Fluidum in Bewegung, die Wellen dehnen sich allmählig aus, erreichen endlich unser Auge, und wir sehen die Sonne. Huygens Meinung wurde gleichfalls von Euler angenommen, der seinen ganzen mathematischen Scharfsinn anwandte, um dieselbe zu unterstützen.

Die übrigen Naturforscher, mit Newton an der Spitze, betrachten das Licht als eine eigenthümliche Substanz,

die aus sehr kleinen Theilen besteht, ununterbrochen aus den leuchtenden Körpern ausströmt, sich in graden Linien bewegt, und dadurch die Gegenstände leuchtend macht, daß sie sich aus denselben entwickelt und in das Auge dringt. Newton gründete diese Theorie auf den festen Grund des mathematischen Beweises; indem er zeigte, daß sich alle Erscheinungen bei dem Lichte mit mathematischer Evidenz aus derselben ableiten lassen. Huygens und Euler hingegen suchten ihre Hypothese nicht sowohl dadurch, daß sie unmittelbare Beweise für dieselbe beibrachten, sondern durch Einwürfe zu stützen, die sie gegen Newton's Theorie erregten. Selbst dann, wenn diese Einwürfe völlig gegründet wären, würden nicht sowohl ihre Meinungen, sondern nur dieses erwiesen werden, daß unter den Erscheinungen, die bei dem Lichte vorkommen, manche sind, welche sich nicht vollkommen begreifen lassen: eine Wahrheit, die jeder einräumen muß, für welche Parthie er sich auch immer erkläre.

Newton und seine Schüler zeigten auf der andern Seite unwidersprechlich, daß die bekannten Erscheinungen des Lichtes völlig unverträglich mit den wellenförmigen Bewegungen einer Flüssigkeit sind, und daß, wenn dieses statt fände, keine Finsterniß möglich wäre. Außerdem führten sie eine große Anzahl unmittelbarer Beweise an, welche die Anhänger der entgegengesetzten Theorie unmöglich zu widerlegen im Stande waren. Die Newtonische Theorie ist mithin ungleich wahrscheinlicher, als die andere. Unter der Voraussetzung also, daß sich das Licht aus den leuchtenden Körpern ununterbrochen entwickle, wollen wir jetzt zur Untersuchung der Eigenschaften desselben fortgehen.

**Schnelligkeit** I. Roemer \*)), ein dänischer Astronom, be-  
 desselben. wies zuerst, daß das Licht 8 Minuten Zeit brau-  
 che, um den halben Durchmesser der Erdbahn zu durchlau-  
 fen; mithin bewegt es sich durch einen Raum von beinahe  
 40,000 Meilen in einer Sekunde. Diese Entdeckung von  
 Roemer wurde in der Folge durch Bradley's äußerst  
 sinnreiche Theorie von der Abirrung des Lichtes der  
 Fixsterne, erläutert und bestätigt \*\*).

**Größe der** Aus dieser ausnehmenden Schnelligkeit des Licht-  
 Theilchen. tes lassen sich einige Schlüsse auf die Größe der  
 Theilchen derselben machen. In der Mechanik wird gezeigt,  
 daß die Kraft, mit welcher ein bewegter Körper einen ande-  
 ren trifft, durch das Produkt aus seiner Masse in die Ge-  
 schwindigkeit, mit welcher er sich bewegt, bestimmt werde.  
 Eine vier und zwanzigpfündige Kugel, die mit der Hand ge-  
 worfen wird, macht auf eine Mauer keinen besondern Ein-  
 druck; schießt man sie aber aus einer Kanone ab, wodurch  
 ihr 1300 Fuß Geschwindigkeit in einer Sekunde ertheilt wer-  
 den, so schlägt sie die Mauer ein. Je größer demnach die Ge-  
 schwindigkeit ist, mit welcher sich ein Körper bewegt, um so  
 größer ist die Wirkung, welche er hervorzubringen im Stande  
 ist. Man kann demnach mit einem noch so kleinen Körper eine  
 jede beliebige Wirkung hervorzubringen, wenn man nur seine  
 Geschwindigkeit gehörig vermehrt. Auf der andern Seite,  
 um zu bewirken, daß ein Körper dieselbe Wirkung leiste,  
 muß man seine Masse vermindern, so wie seine Geschwin-  
 digkeit vermehrt wird.

\*) Phil. Trans. XII, 83.

\*\*\*) Ibid. XXXV, 637. XLV, 1.

Nun ist die Geschwindigkeit des Lichtes so groß, daß wenn ein Theilchen desselben  $\frac{1}{1000}$  eines Granes wöge, die Gewalt desselben größer seyn würde, als die einer abgeschossenen Flintenkugel. Ja wöge es nur  $\frac{1}{1000000}$  eines Granes, so würde es noch alles vernichten, gegen das es anschlüge. Selbst dann, wenn man hiervon ein Millionentheilchen nähme, würde die Gewalt desselben noch immer sehr merklich seyn. Aber um wie viel weniger muß das Gewicht eines Lichttheilchens betragen, da es nicht die mindeste Wirkung auf ein so feines Werkzeug, als das Auge, hervorbringt. Wir sind überzeugt, daß kein Lichttheilchen  $\frac{1}{1000000000000000}$  Gran wiegt; aber wenn wir ihm auch diese Größe gäben, so wird der Zusatz, oder die hinwegnahme von 9000 Millionen solcher Theilchen von einem Körper keine solche Gewichtsveränderung veranlassen, daß sie die feinste Wage anzugeben im Stande wäre. Man muß demnach jeden Versuch, die Anhäufung des Lichtes in einem Körper durch Gewichtsveränderung bestimmen zu wollen, als völlig fruchtlos aufgeben.

**Brechung** 3. Geht ein Lichtstrahl durch dasselbe Medium, des Lichtes. oder geht er senkrecht von einem Medium in ein anderes, so setzt er seinen Weg fort, ohne die Richtung zu verändern; geht er aber schief aus einem Medium in ein anderes von verschiedener Dichte, so weicht er etwas von seiner ersten Richtung ab, und nimmt eine andere an. Man sagt alsdann von ihm, er sey gebrochen worden. Geht der Lichtstrahl in ein dichteres Medium über, so wird er gegen das Perpendikel gebrochen; geht er hingegen in ein dünneres, so wird er vom Perpendikel hinweggebogen. Im allgemeinen hängt die Größe der Brechung von der Dichtigkeit des Medi-

ums ab: ist aber das Medium eine brennbare Substanz, so ist die Brechung größer, als sie unter anderen Umständen seyn würde \*). In demselben Medium hat der Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Brechungswinkels stets dasselbe Verhältniß.

Zurückwer-  
fung des  
Lichtes. 4. Fällt ein Lichtstrahl auf die Oberfläche solcher Körper, welche entweder ganz, oder doch in einigem Grade undurchsichtig sind, so sendet die undurchsichtige Fläche den Lichtstrahl zurück; so wie es bei einer Kugel der Fall seyn würde, die schief gegen einen harten Gegenstand geworfen worden. Man sagt hierauf von dem Lichtstrahle, er sey zurückgeworfen worden. Der Zurückstrahlungswinkel ist stets dem Einfallswinkel gleich. Ist die Oberfläche des Mediums polirt, wie bei Spiegeln, so dringen die schiefen Lichtstrahlen gar nicht in dasselbe ein, sondern werden zurückgeworfen, so wie sie sich der Oberfläche dieser Substanz nähern. Alle Oberflächen sind im Stande, eine größere oder geringere Menge schief auffallender Lichtstrahlen zurückzuwerfen. Das Zurückwerfen der Lichtstrahlen geschieht überhaupt nur von den Oberflächen.

Beugung  
des Lichtes. 5. Fährt ein Lichtstrahl in einer gewissen Entfernung parallel an einem Körper vorbei, so wird er gegen denselben hingelenkt. Läßt man durch eine kleine, in dem Fensterladen angebrachte Oefnung einen Lichtstrahl in ein verfürstertes Zimmer fallen, so bildet er, wenn er mit einem Papiere aufgefangen wird, auf diesem einen kleinen,

---

\*) Die Kenntniß dieses Gesetzes veranlaßte Newton zu der Vermuthung, daß der Diamant ein brennbarer Körper sey, und das Wasser einen brennbaren Bestandtheil enthalte. Newton's Optic. p. 270.

runden, leuchtenden Fleck. Stellt man zwei Federmesserklingen auf der entgegengesetzten Seite der Oefnung mit ihren Schneiden nahe an einander, so wird der leuchtende Fleck nach und nach breiter. Hieraus sieht man, daß diejenigen Lichtstrahlen, welche zunächst an den Messerschneiden vorbeigingen, von ihrer ersten Richtung abgelenkt, und gegen diese hingebogen wurden. Diese Eigenschaft des Lichtes wird die *Beugung* desselben genannt.

6. Ist die Entfernung, in welcher ein Lichtstrahl parallel bei einem Körper vorbeifährt, etwas größer, so wird er von diesem entfernt. Man sagt alsdann, der Lichtstrahl sey *abgelenkt* worden.

Newton hat gezeigt, daß diese verschiedenen Erscheinungen von der Anziehung herrühren, die zwischen dem Lichte, und dem Medium, durch welches es sich bewegt; dem Medium, dem es sich nähert, oder von den in seiner Nachbarschaft befindlichen Körpern herrühre.

*Undurchsichtigkeit u. Durchsichtigkeit.* 7. Einige Substanzen, wie das Wasser, sind durchsichtig, oder gestatten dem Lichte einen freien Durchgang; andere, wie das Eisen, sind undurchsichtig, und erlauben nicht, daß das Licht durch sie hindurchgehe. Nun muß man aber wohl annehmen, daß die Bestandtheile aller Körper weit genug von einander entfernt sind, um den Durchgang des Lichtes nicht zu verhindern; folglich muß die Undurchsichtigkeit und Durchsichtigkeit nicht von der Entfernung der Theilchen der Körper, sondern von etwas anderm abhängen.

Newton hat gezeigt, daß sich die Durchsichtigkeit der Körper nur dann erklären lasse, wenn man annimmt, daß die Theilchen der durchsichtigen Körper eine gleichförmige La-

ge, und eine gleiche Dichte habe. Dringt ein Lichtstrahl in einen solchen Körper ein, so wird er nach jeder Richtung gleich stark angezogen, dieß ist aber eben so viel, als wenn er gar nicht angezogen würde, und demnach ohne Hinderniß durch den Körper hindurchginge. In den undurchsichtigen Körpern liegen die Theilchen entweder nicht gleichförmig, oder haben eine ungleiche Dichte. Daher wird der Lichtstrahl ungleich angezogen, muß ununterbrochen seine Richtung verändern, und kann demnach nicht seinen Weg durch den Körper hindurchnehmen.

Wird in 7  
Strahlen  
zerlegt.

8, Läßt man einen Lichtstrahl durch ein dreiseitiges Prisma hindurchgehen, und fängt man denselben mit einem Blatte weißen Papiers auf, so ist das Sonnenbild nicht zirkelförmig, sondern länglicht, und wird von halbzirkelförmigen Bogen begrenzt. In diesem Falle wird die Brechung des Lichtes beträchtlich durch die Figur des Prismas vermehrt. Besteht nun das Licht aus einer Sammlung von Lichtstrahlen von verschiedener Brechbarkeit, so werden sie von einander geschieden werden. Die am wenigsten brechbaren werden diejenige Stelle des leuchtenden Zirkels einnehmen, den der durch das Prisma nicht gebrochene Strahl würde gebildet haben; die anderen werden sich mehr oder weniger, nach Verschiedenheit ihrer Brechbarkeit, von demselben entfernen. Die längliche Figur des Sonnenbildes zeigt, daß das Licht aus Strahlen von verschiedener Brechbarkeit bestehe, und da in demselben sieben verschiedene Farben wahrgenommen worden, so hat man die Lichtstrahlen unter sieben Klassen gebracht. Die Farben beobachten folgende Ordnung: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violet. Das rothe Licht wird am schwächsten, das violette

am stärksten gebrochen; die übrigen folgen sich in Rücksicht der Brechbarkeit, in der Ordnung, in welcher sie genannt worden sind. Newton fand durch wirkliches Messen, daß, wenn er das ganze Sonnenbild in 360 Theile eintheilte, dann das rothe Licht 45 solcher Theile einnahm.

= orange = 27 = = =

= gelbe = 48 = = =

= grüne = 60 = = =

= blaue = 60 = = =

= indigo = 40 = = =

= violette = 80 = = =

Man hat aber später gefunden, daß die verhältnißmäßige Länge der Farbenbilder nach Verschiedenheit des brechenden Mediums etwas verschieden ausfalle.

9. Sowie die verschieden gefärbten Lichtstrahlen in Ansehung der Brechbarkeit verschieden sind, so sind sie es auch in Rücksicht der Reflexion und Beugung. Der rothe Strahl wird am schwächsten zurückgeworfen und gebogen, der violette am meisten; die übrigen nach der Ordnung, die sie im prismatischen Farbenbilde einnehmen.

10. Jeder dieser gefärbten Strahlen ist beständig; er mag noch so oft gebrochen, oder zurückgeworfen werden, so leidet er dadurch keine Veränderung.

Die hier aufgezählten Eigenschaften des Lichtes, machen den Gegenstand der optischen Wissenschaften aus. Sie zeigen auf eine unwiderlegliche Weise, daß das Licht von andern Körpern überhaupt angezogen, und ins besondere auf eine verschiedene Art angezogen wird. Denn die brennbaren Substanzen, alle übrigen Umstände gleich gesetzt, brechen das Licht stärker und ziehen es demnach auch stärker an, als an-

dere. Es ist aber die Aenderung in Rücksicht der Stärke der Anziehung, welches das charakteristische Kennzeichen der Chemischen Verwandtschaft ausmacht. Hieraus folgt, daß die Anziehung, welche zwischen dem Lichte und andern Substanzen statt findet, von der chemischen Verwandtschaft nicht verschieden sey. Die Wichtigkeit dieser Bemerkung wird sich in der Folge ergeben.

Erleuchtende  
Kraft der ver-  
schiedenen Licht-  
strahlen.

II. Die Lichtstrahlen unterscheiden sich in Rücksicht der Kraft, mit welcher sie Gegenstände erleuchten. Bedient man sich nach und nach einer gleichen Menge der verschiedengefärbten Lichtstrahlen, um einen kleinen Gegenstand z. B. ein gedrucktes Blatt zu erleuchten, so findet man, daß wenn man ihn aus derselben Entfernung betrachtet in Ansehung der Deutlichkeit ein Unterschied statt findet. Man muß dem Gegenstande am nächsten stehen, um ihn deutlich zu sehen, wenn er von den violetten Strahlen erleuchtet wird; man sieht ihn in einer größeren Entfernung deutlich, wenn man sich hiezu der indigoblauen Lichtstrahlen bedient. Bei Erleuchtung durch die blauen, kann man sich weiter, noch weiter bei der Erleuchtung durch die dunkelgrünen, und am allerweitesten von dem Körper, unbeschadet der Deutlichkeit des Sehens, entfernen, wenn er durch die hellgrünen oder am meisten dunkelgelben erleuchtet wird. Man muß sich dem Gegenstande mehr nähern, wenn er durch die orange Lichtstrahlen, und noch mehr, wenn er durch die rothen erleuchtet wird. Hieraus sieht man, daß die gegen die Mitte des Farberbildes liegenden Strahlen die größte erleuchtende Kraft besitzen, so wie die an den Enden befindlichen, die geringste; und daß die erleuchtende Kraft der Strahlen allmählich von der Mitte des Farberbildes ge-

gen die Enden desselben abnimmt. Diese Thatsachen sind durch Herschels Versuche ausgemittelt worden \*).

Das Licht 12. Das Licht dringt in die Körper ein, bleibt dringt in mit ihnen verbunden, und wird nachmals ohne den Körper ein. Veränderung aus ihnen entwickelt. Beccaria und verschiedene andere Naturforscher haben durch Versuche gezeigt, daß mehrere Substanzen dadurch, daß man sie dem Lichte aussetzt, leuchtend werden \*\*). Man lernte diese Eigenschaft kennen, indem man diese Körper unmittelbar aus dem Lichte an einen dunkeln Ort brachte, oder das Zimmer verdunkelte, in dem sie sich befanden. Mehrere dieser Substanzen verlieren zwar die Eigenschaft zu leuchten in kurzer Zeit, erhalten sie aber wieder, wenn man sie dem Lichte aussetzt, und dieses kann man bei mehreren so oft wiederholen, als man will. Canton hat mehrere sehr interessante Versuche über diesen Gegenstand angestellt, und eine Zusammensetzung entdeckt, welche diese Eigenschaft in einem vorzüglichem Grade besitzt \*\*\*). Er kalcinirte gewöhnliche Austerschalen eine halbe Stunde lang in einem starken Kohlenfeuer, stieß sie alsdann zu Pulver, und schied durch ein Sieb die feinsten Theile davon ab. Drei Theile dieses Pulvers vermischte er mit einem Theile Schwefel, drückte die Masse fest in einen Schmelztiegel ein, und erhielt sie eine Stunde lang im Rothglühen. Die am stärksten leuchtenden Theile der Mischung wurden abgekrazt, und zum Gebrauche in einer trockenen, wohl verstopften Flasche aufbewahrt †). Setzt man diese Mischung

\*) Phil. Trans. 1800. p. 255.

\*\*) Ibid. LVIII, 337.

\*\*\*) Ibid. LXI, 212.

†) Higgins hat das Verfahren, den kantonschen Phosphor zu bereiten, merklich verbessert. Er trägt in einen Schmelz-

wenige Sekunden dem Lichte aus, so leuchtet sie nachmals so stark, daß man an einem dunkeln Orte die Zahlen auf einer Taschenuhr erkennen kann. Nach einiger Zeit verliert sie die Eigenschaft, Licht zu verbreiten, sie erhält sie aber wieder, wenn sie aufs Neue dem Lichte ausgesetzt wird. Das Licht wird demnach nicht allein von andern Körpern afficirt, sondern es verbindet sich auch mit ihnen, und verläßt sie nachher, ohne verändert worden zu seyn.

Es ist allgemein bekannt, daß das Licht beim Verbrennen entwickelt wird; man hat gegen die eben geäußerte Behauptung die Einwendung gemacht, daß das Leuchten jener Körper nur von einem langsamen unmerklichen Verbrennen derselben herrühre. Allein mehrere von Beccaria gemachte Erfahrungen sind von der Art, daß unmöglich ein Verbrennen bei denselben statt finden konnte. Ein Gegenstand, dessen er sich zu seinen Versuchen bediente, war seine eigene Hand, und mehrere andere von denen, zu diesen Versuchen angewandten Substanzen waren ganz unverbrennlich. Die von Canton beobachteten Erscheinungen sind mithin mit dem Begriffe des Verbrennens völlig unverträglich. Canton's Pyrophor leuchtete nur allein, wenn er dem Lichte ausgesetzt wurde, und verlor diese Eigenschaft im Dunkeln. Nun ist es aber nicht die Einwirkung des Lichtes bei der gewöhnlichen Temperatur der atmosphärischen Luft, welche verbrennliche Körper leuchtend macht, sondern die Gemeinschaft mit der atmosphärischen Luft. Dauert dieselbe Tem-

---

tiegel die Austerschalen, ohne sie zu zerstoßen, schichtweise mit dem Schwefel ein; und nachdem er sie der erforderlichen Temperatur ausgesetzt hat, verwahrt er sie in Flaschen mit eingeriebenen Stöpfeln auf.

peratur fort, so hören sie nicht eher auf zu leuchten, als bis sie völlig verzehrt sind; und wenn sie aufhören, so ist es nicht die Anwendung des Lichtes, sondern des Wärmestoffes, welche sie leuchtend macht. Canton's Pyrophor hingegen erhält die Eigenschaft zu leuchten, wenn er sie verloren hat, nicht durch die Anwendung der Hitze wieder; es sey denn, daß diese zugleich mit Licht vergesellschaftet wäre. Die einzige Wirkung, welche die Hitze auf den Cantonschen Pyrophor hervorbringt, ist die, daß sie die Abscheidung des Lichtes aus demselben befördert, mithin die Dauer seines Leuchtens verkürzt.

Zwei Glaskugeln, von denen jede etwas von diesem Pyrophor enthielt, wurden hermetisch versiegelt, der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt, und an einen finsternen Ort gebracht. Eine davon, die in ein Gefäß mit kochendem Wasser getaucht wurde, leuchtete ungleich stärker, als die andern, allein in zehn Minuten hörte sie auf zu leuchten, während die andere länger als zwei Stunden Licht ausströmte. Nachdem sie zwei Tage lang an einem finsternen Orte aufbewahrt worden, so wurden sie beide in ein Gefäß mit heißem Wasser getaucht; derjenige Pyrophor, welcher vorher in Wasser gelegen hatte, leuchtete nicht, während der andere leuchtend wurde, und eine beträchtliche Zeit zu leuchten fortfuhr. Keiner von beiden leuchtete in der Folge bei der Anwendung von heißem Wasser: näherte man ihnen aber ein Eisen, das so schwach glühte, daß es kaum im Finsternen bemerkbar war, so gaben sie ihr noch übriges Licht von sich; und leuchteten dann nicht mehr, wenn sie auf die beschriebene Art behandelt wurden. Setzte man sie aber zum zweitenmale dem Lichte aus, so konnte man die eben beschriebenen Erscheinungen aufs

Neue an ihnen wahrnehmen; ja ein brennendes Licht und die Elektrizität ertheilten ihnen ein schwaches Leuchten. Die erzählten Thatsachen sind offenbar mit der Idee des Verbrennens unverträglich, und zeigen zur Genüge, daß das Licht allein die wirkende Ursache sey, und daß es in die leuchtenden Körper eingedrungen ist.

Man hat die Frage aufgeworfen, ob das Licht, welches die Pyrophore ausstrahlen, von derselben Beschaffenheit sey, als dasjenige, welchem sie ausgesetzt waren. Wilson hat gezeigt, daß wenigstens in einigen Fällen hierin ein Unterschied statt finde; und daß vorzüglich bei einigen Pyrophoren die blauen Lichtstrahlen eine größere Wirkung hervorbringen, als andere, und die Entwicklung des rothen Lichtes veranlassen. Herr von Grosser hat dasselbe in Rücksicht des Diamanten, welcher ein natürlicher Pyrophor ist, dargethan \*). Dieser Bemerkungen ungeachtet ist es keinem Zweifel unterworfen, daß das Leuchten dieser Substanzen von der Einwirkung des Lichtes herrühre, und daß diese Erscheinung mit dem Verbrennen in keiner Verbindung stehe.

Und verbin- 13. Das Licht dringt nicht allein in die Kör-  
det sich mit per ein, sondern macht auch einen Bestandtheil  
ihnen. derselben aus. Daß dieses der Fall sey, ist durch mehrere Versuche, die Lantoni \*\*) vor langer Zeit angestellt, Humme \*\*\*) kürzlich wiederholt, und beträchtlich erweitert hat, dargethan worden. Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß mehrere Speisen, vorzüglich Fische, wenn sie eben im Be-

\*) Jour. de Phys. XX, 276.

\*\*) Phil. Trans. LIX, 446.

\*\*\*) Ibid. 1800. pag. 161.

griffe sind, in Fäulniß überzugehen, im Finsternen leuchten, mithin Licht aus sich entwickeln. Dieß ist vorzüglich der Fall mit dem Wittlinge (whiting), dem Haringe und der Mafrele. Ueberschüttet man eine halbe Drachme von jeder dieser Arten in eine Flasche mit 2 Unzen Seewasser, oder mit reinem Wasser, in welchem eine halbe Drachme Kochsalz, oder zwei Drachmen schwefelsaure Bittererde aufgelöst worden; so bemerkt man, wenn das Gefäß an einen dunklen Ort hingestellt wird, nach Verlauf von drei Tagen einen leuchtenden Ring auf der Oberfläche der Flüssigkeit; wird diese geschüttelt, so verbreitet sich das Leuchten durch die ganze Masse derselben, und hält mehrere Tage an. Läßt man die Flüssigkeiten frieren, so verschwindet das Licht, kommt aber, so wie sie aufthauen, wieder zum Vorschein. Eine mäßige Hitze vermehrt das Leuchten, die Siedhitze zerstört es aber gänzlich. Das Licht verschwindet auch bei einem Zusatze von Wasser, Kalkwasser, von Wasser in dem kohlensaures, oder schwefelhaltiges Wasserstoffgas befindlich ist; beim Zusatze von gegornen Flüssigkeiten, geistigen Flüssigkeiten, Säuren, Alkalien und Wasser das mit verschiedenen Salzen, als Salmiak, Kochsalz, schwefelsaurer Bittererde gesättigt worden: so wie man aber diese Auflösungen verdünne, kommt das Licht wieder zum Vorscheine. Dieses Licht bringt keine merkliche Wirkung auf das Thermometer \*) zuwege. Die angeführten Versuche lassen keinen Zweifel übrig, daß das Licht, einen Bestandtheil der genannten Substanzen

---

\*) Dieselben Versuche gelingen, wie Dr. Hulme gezeigt hat, mit Canton's Phosphor.

flanzen ausmache, und daß es der erste sey, welcher bei einer beginnenden Zerlegung derselben entweiche.

14. Fast alle Körper haben die Eigenschaft, Licht zu absorbiren, ungeachtet sie es nicht, wie die Pyrophore, und die thierischen Körper, wieder ausströmen. Sie absorbiren aber nicht ohne Unterschied alle Lichtstrahlen; einige absorbiren eine Art der gefärbten Strahlen, andere eine andere Art, während sie die übrigen zurückwerfen. Dieß ist die Ursache von der verschiedenen Farbe der Körper. Ein rother Körper, z. B. wirft die rothen Strahlen zurück, und absorbirt die übrigen. Ein grüner reflektirt die grünen Strahlen, vielleicht die blauen und gelben, und saugt die übrigen ein. Ein weißer Körper wirft alle Lichtstrahlen zurück, und absorbirt keine, während ein schwarzer Körper im Gegentheile alle Strahlen einsaugt, und keine zurückwirft. Die verschiedenen Farben der Körper hängen demnach von der Verwandtschaft eines jeden für besondere Strahlen, und dem Mangel der Verwandtschaft für andere ab.

15. Die Absorbition des Lichtes durch die Körper verursacht in ihnen auffallende Veränderungen. Pflanzen können z. B. ziemlich gut im Finstern wachsen; allein in diesem Falle ist ihre Farbe stets weiß, sie haben fast gar keinen Geschmack, und enthalten nur eine sehr geringe Menge des brennbaren Stoffes. Setzt man sie aber nur eine kurze Zeit der Einwirkung des Lichtes aus, so färben sie sich grün, ihr Geschmack wird ausgezeichnet, und die Menge des brennbaren Stoffes nimmt beträchtlich zu \*). Diese Veränderungen sind leicht zu erklä-

\*) Folgende sehr auffallende Bemerkung des Professor Robi:

ren, und hängen offenbar von der Wirkung des Lichtes ab. Ein anderes sehr merkwürdiges Beispiel von der Wirkung des

son verdient vorzügliche Aufmerksamkeit. Seine Worte sind folgende: „Ich hatte im Herbst des Jahres 1774 Veranlassung, ein Kohlenbergwerk zu besuchen, und traf hier von Ungefähr auf eine sehr üppig wachsende Pflanze, die zahlreiche, tief eingeschnittene weiße Blätter hatte, und mir völlig unbekannt war. Ich erkundigte mich bei den Bergleuten nach derselben, allein keiner konnte mir Auskunft über dieselbe geben. Ich ließ nun einen Zweig derselben herauf an das Tageslicht bringen, um von den Arbeitern zu erfahren, was es für eine Pflanze sey; allein niemand hatte jemals dergleichen gesehen. Als ich einige Tage nachher den Zweig, welcher an der Einfahrt der Grube lag, erblickte, bemerkte ich, daß er well geworden und abgestorben war; und ich bildete mir ein, daß dieses eine Folge des Mangels an Wasser wäre. Als ich ihn aber genauer betrachtete, bemerkte ich, daß eine neue Vegetation erfolgte, indem neue Sproßlinge aus dem Stamme hervorkamen, und daß diese eine grüne Farbe hatten. Dieses brachte mir sogleich die merkwürdigen Beobachtungen von Dufay ins Gedächtniß, und ich ließ den Zweig sorgfältig in die Erde setzen und begießen. Ich wurde hierzu um so mehr angetrieben, weil es mir schien, daß meine Finger jetzt durch Berührung desselben einen sehr gewürzhaften Geruch angenommen hatten. Nach Verlauf einer Woche hatte diese Pflanze verschiedene Blätter und Zweige von gewöhnlichem Rheinfarn (*Tanacetum*) getrieben. Nun erinnerten sich die Arbeiter, daß die Sproßlinge aus einem anstößenden, bei einer alten Hütte befindlichen Garten genommen worden wären, wo noch jetzt eine große Menge Rheinfarn unter dem Grase wuchs. Ich ließ nun mehrere Ableger von dieser Pflanze herauf bringen, welche alle dieselben üppigen weißen Blätter hatten. Wurden dieselben zwischen den Fingern zerquetscht, so gaben sie gar keinen gewürzhaften Geruch von sich. Ungeachtet diese Pflanzen sorgfältig begossen wurden, so welkten sie doch, und starben ab; und aus den Wurzeln sproßten neue Stängel und häufige Blätter hervor. Sie waren nicht alle von derselben Art, allein einige waren gewöhn

Lichtes, ist die Wiederherstellung der Metalloxyden. Die rothen Dryden des Quecksilbers und Bleies werden, wenn man sie dem Lichte aussetzt, ungleich heller; unter ähnlichen Umständen werden die weißen Silberfalte in kurzer Zeit schwarz, und das Dryde wird hergestellt. Das Dryde des Goldes läßt sich auf dieselbe Art reduciren. Das Licht besitzt also die Eigenschaft, den Sauerstoff aus mehreren Dryden abzuscheiden. Scheele, welcher mit großer Genauigkeit diese Erscheinungen beobachtet hat, fand, daß der violette Lichtstrahl schneller das Dryde des Silbers reducirt, als einer der übrigen Strahlen \*); und Sennebier hat dargethan, daß eben dieser Strahl vorzüglich geschickt sey, die grüne Farbe der Pflanzen zu entwickeln \*\*). Berthollet bemerkte, daß während der Reduction der Dryden eine beträchtliche Menge Sauerstoffgas entwickelt wurde \*\*\*)

licher Rheinfarn, und völlig mit dem aromatischen Saft dieser Pflanze durchdrungen, und ganz grün.

„Ich habe dieselben Versuche mit der größten Sorgfalt mit Liebstöckel (*Livisticum vulgare*, Münze und Feldkämmerl wiederholt. Alle diese Pflanzen wuchsen sehr gut in der Tiefe im Dunkeln, allein sie hatten weiße Blätter und die Zweige waren nicht aufwärts gerichtet, sondern lagen flach am Boden. An keiner dieser Pflanzen konnte man in den Blättern und Zweigen Aehnlichkeit mit der ursprünglichen Gestalt derselben auffinden. Alle starben am Tageslichte ab, und die Wurzeln trieben alldam Zweige, welche die eigenthümliche Gestalt, so wie den charakteristischen Geruch der Pflanzen hatten. Dr. Black's Lecturis I, 532.

\*) Scheele phys. Chem. Schriften. B. I. S. 144.

\*\*) Mem. Physico-Chim. II, 72.

\*\*\*) Jour. de Phys. XXIX, 81. Wird salzsaures Silber dem Sonnenlichte ausgesetzt, so wird es fast augenblicklich schwarz. In diesem Falle wird, wie Berthollet gleichfalls beobachtet

Enthält desoxy- Bis vor kurzem glaubte man, daß diese Redu-  
 dirende Licht- duction der Metalloxyden durch die wärmenden  
 strahlen, die Strahlen des Lichtes hervorgebracht würde;  
 nicht wärmen. allein Wollaston, Ritter und Bäckmann haben ge-  
 zeigt, daß das salzsaure Silber sehr rasch geschwärzt werde,  
 wenn man es außerhalb dem Bereich des violetten Strahles,  
 und gänzlich über die Gränzen des prismatischen Farben-  
 bildes hinausrückt. Hieraus folgt, daß diese Veränderungen  
 nicht durch die wärmenden Strahlen, sondern durch  
 Strahlen hervorgebracht werden, welche unfähig sind die  
 Gegenstände sichtbar zu machen, und die gleichfalls keine  
 merkliche Wärme hervorbringen. Sie müssen ferner ungleich  
 brechbarer, als die wärmenden Strahlen seyn, da sie sich  
 außerhalb der Gränze des Farbenbildes, nemlich jenseit der  
 violetten Lichtstrahlen befinden.

Aus diesen merkwürdigen Versuchen folgt, daß das  
 Sonnenlicht wenigstens aus zwei Arten von Strahlen beste-  
 he. Eine dieser Arten ist die, welche die Körper sichtbar  
 macht, und eine andere, diejenige, welche salzsaures Silber  
 schwärzt, und metallische Oxyden wiederherstellt. Es ist  
 keineswegs unwahrscheinlich, daß alle anderen chemischen  
 Veränderungen, welche das Sonnenlicht in den Körpern her-  
 vorbringt, von dieser zweiten Klasse von Lichtstrahlen, die  
 bis jetzt noch keinen besonderen Namen erhalten haben, her-  
 rühren. Da die Wirkung der verschiedenen prismatischen Far-  
 ben auf die metallischen Oxyden mit ihrer Brechbarkeit zu-  
 nimmt, und da die Wirkung in einer gewissen Entfernung

---

hat, nicht Sauerstoffgas, sondern Salpetersäure entwickelt. Jour-  
 de Phys. LVI, 80.

ienheit des violetten Lichtes am größten ist, so kann man schwerlich anstehen zugeben, daß die wärmenden Strahlen gar keinen Einfluß auf diese Erscheinungen haben; sondern daß dieselben von den anderen, oder den desoxydierenden Strahlen herrühren, die mithin mit den wärmenden vermischt sind, und mit der größeren Brechbarkeit an Menge zunehmen. In der Folge wird gezeigt werden, daß außer diesen beiden Arten von Strahlen, im Sonnenlichte noch eine dritte enthalten sey, die sich sowohl in ihrer Natur als Wirkungen von beiden unterscheidet.

16. Dieß sind die Eigenschaften des Lichtes, in so fern sie bis jetzt untersucht worden sind. Sie reichen hin, uns zu überzeugen, daß es mehrere Eigenschaften mit anderen Körpern gemein hat. Es wird von den Körpern angezogen, und verbindet sich eben so mit ihnen, wie dieß bei anderen

Das Licht Substanzen der Fall ist. Es unterscheidet sich aber besitzt drei eigenthümliche Eigenschaften. durch drei Eigenschaften von allen bisher beschriebenen Stoffen. Die erste derselben ist, das Vermögen, welche das Licht besitzt, in uns die Empfindung des Sehens dadurch hervorzubringen, daß es sich von dem gesehenen Gegenstande in unser Auge bewegt. Die Erscheinungen der Farben, und das prismatische Farbenbild, geben das Daseyn von sieben verschiedenen Arten Licht zu erkennen, wovon aber der Unterschied einer jeden Art abhängt: ist bis jetzt noch nicht ausgemittelt worden. Die Bestandtheile jeder dieser Arten sind uns gänzlich unbekannt.

Die zweite dem Lichte ausschließlich zukommende Eigenschaft ist die ausnehmende Geschwindigkeit, mit der es sich aus den Körpern, mit welchen es verbunden war, entwickelt. Diese Geschwindigkeit, vermöge deren es sich durch einen

Raum von ungefähr 40000 Meilen in einer Sekunde bewegt, erlangt es in einem Augenblicke, und es scheint dieselbe in allen Fällen zu erlangen, wie auch immer der Körper beschaffen sey, aus welchem es sich entwickelt.

Die dritte und nicht geringste dieser eigenthümlichen Eigenschaften ist die, daß die Theilchen des Lichtes niemals zusammenhängend gefunden werden, so daß sie Massen von einer beträchtlichen Größe bilden. Dieser Unterschied zwischen dem Lichte und anderen Substanzen wird nur dadurch begreiflich, wenn man annimmt, daß die Theilchen des Lichtes sich zurückstoßen. Hierin scheint der Hauptunterschied zwischen dem Lichte und den bisher beschriebenen Substanzen zu bestehen. Die Theilchen stoßen einander ab, während die der anderen Körper einander anziehen; aus diesem Grunde hängen letztere zusammen, und bilden Massen von mehr oder weniger beträchtlicher Größe.

Quellen des Lichtes. 17. Es bleibt uns jetzt noch übrig die verschiedenen Arten zu betrachten, durch welche Licht entwickelt wird; oder um sich bestimmter auszudrücken, die verschiedenen Quellen, aus welchen Licht in verschiedenen Gestalten ausströmt. Dieser Quellen giebt es vier: 1) Die Sonne und die Fixsterne: 2) Das Verbrennen; 3) Die Hitze; 4) Den Stoß.

1. Die Sonne. Das Licht, welches die Sonne aussendet, ist unter dem Namen des Sonnenscheins oder Tageslichtes bekannt. Das Licht der Sterne besitzt, wie man sich überzeugt hat, genau dieselben Eigenschaften. Immer wird es eine dem menschlichen Verstande unaufslöbliche Frage bleiben, woher es komme, daß die Sonne und die Fixsterne unablässig Licht ausströmen. In allen Fällen hängt

die Beantwortung dieser Frage nicht mit dem Gebiete der Chemie zusammen.

2. Das Verbrennen. 18. Daß Licht wird bei jedem Verbrennen frei. Nun besteht aber das Verbrennen, wenigstens was die einfachen brennbaren Stoffe und die Metalle betrifft, in der Verbindung der brennbaren Stoffe mit dem Sauerstoffe. Folglich muß das Licht, welches während dem Verbrennen entwickelt wird, vorher entweder in dem brennbaren Stoffe, oder in dem Sauerstoffe vorhanden gewesen seyn. Dieser Gegenstand wird aber in dem nächsten Kapitel auß Neue vorgenommen werden, weil an diesem Orte die Natur des Verbrennens besonders erörtert werden wird.

3. Die Hitze. 19. Werden die Körper erhitzt, und die Intensität des Feuers ununterbrochen verstärkt, so giebt es eine Temperatur, bei der sie, wenn sie dieselbe erreichen, anfangen zu leuchten. Es giebt keine bekanntere Thatsache, als diese. Sie kommt so häufig vor, daß man ihr wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat. Fängt ein Körper deswegen, weil man ihn erhitzt hat, zu leuchten an, so sagt man, er glühe. Soweit als die Versuche über diesen Gegenstand reichen, scheint es, daß alle Substanzen, welche auf die erforderliche Temperatur, ohne zersetzt oder verflüchtigt zu werden, gebracht werden können, genau bei demselben Grade der Wärme leuchtend werden. Der erste, der diesen Gegenstand mit Aufmerksamkeit untersucht hat, war Isaac Newton. Er fand durch eine Reihe äußerst sinnreicher Versuche, die er im Jahre 1701 bekannt machte, daß Eisen, welches bis  $635^{\circ}$  erhitzt worden, im Finstern eben anfangs sichtbar zu werden; daß es bei der Temperatur von  $752^{\circ}$  im Dunkeln stark leuchte, daß, wenn es bis zu  $864^{\circ}$  erhitzt wird, in der Dämme-

rung, eben wenn die Sonne untergegangen ist, leuchte; daß es aber bis zu einer Temperatur über  $1000^{\circ}$  erhoben werden müsse, wenn sein Glühen beim hellen Tageslichte gesehen werden soll. Aus Muschenbroek's und anderer Versuchen ersieht man, daß das Rothglühen (wie es dem gewöhnlichen Sprachgebrauche nach genannt wird), bei einer Temperatur von ungefähr  $800^{\circ}$  anfangt.

Ein glühender Körper fährt fort, wenn er, sowie er aus dem Feuer genommen ist, an einen dunkeln Ort gebracht wird, einige Zeit zu leuchten. Es ist daher nicht nöthig, daß, wenn Körper leuchten sollen, ein ununterbrochenes Zufließen von Licht und Wärme stattfinde. Läßt man auf einen glühenden Körper einen starken Luftstrom stoßen, so hört er augenblicklich auf zu leuchten \*); folglich hört das Leuchten auf, sowie die Temperatur des Körpers um eine gewisse Anzahl Grade vermindert worden.

Sowie ein Körper bis zu der erforderlichen Temperatur gebracht wird, so fängt er auch dann an zu leuchten, wenn der Zutritt der Luft abgehalten wird. Leucht man z. B. einen eisernen Drath in geschmolzenes Blei, so wird er in demselben glühend \*\*).

Einige Substanzen machen von diesem allgemeinen Gesetze eine merkwürdige Ausnahme. Die Gasarten scheinen, selbst bei einer ungleich höheren Temperatur nicht glühend zu werden. Folgender sinnreicher Versuch von Dr. Wedgewood scheint die Richtigkeit dieser Ausnahme in ein sehr helles Licht zu setzen. Er nahm eine irdene Röhre B (Fig. 9.) die

\*) T. Wedgewood Phil. Trans. 1772.

\*\*) Ibid.

er in der Mitte so bog, wie es in der Figur dargestellt worden, und tauchte sie in einen weiten Schmelztiegel, der mit Sand angefüllt worden war. An dem einen Ende dieser Röhre war ein Blasebalg A, an dem andern das kugelförmige Gefäße D befestigt. In letzterem war der Ausgang F mit einer Klappe verschlossen, so daß die Luft zwar von innen herausdringen, von außen hingegen keine hineintreten konnte. In diesem kugelförmigen Gefäße war noch eine andere, mit Glas verschlossene Oeffnung, durch die man das, was in dem Innern des Gefäßes vorging, betrachten konnte. Nachdem diese Einrichtung getroffen worden, wurde der Schmelztiegel in das Feuer gesetzt, und sowie der Sand glühte, vermittelst des Blasebalges Luft in die Röhre geblasen. Die Luft kam, nachdem sie durch die glühende Röhre hindurchgegangen war, in das kugelförmige Gefäß. Sie leuchtete nicht; wurde aber ein Stückchen Golddrath E an dem Theile des Gefäßes befestigt, wo die Röhre in dasselbe trat, so leuchtete diese schwach. Dieses diente zum Beweise, daß, ungeachtet die Luft nicht glühte, sie doch so erhitzt war, daß sie andere Substanzen in den Zustand des Glühens versetzen konnte.

4. Der Stoß. 19. Die letzte Quelle des Lichtes ist der Stoß. Es ist bekannt, daß, wenn man Stahl und Feuerstein heftig gegen einander schlägt, ein Funke zum Vorschein kommt, der sowohl Zunder als Schießpulver entzündet. Der Funke ist in diesem Falle, wie Dr. Hooke vor langer Zeit gezeigt hat, ein kleines Stückchen Stahl, das durch die Gewalt des Schlages abgerissen worden ist, und das so wie es durch die Luft hindurchfährt Feuer fängt. Dieser Fall, so wie alle demselben ähnliche, gehören in die Klasse des Verbrennens. Es kommt aber oft Licht zum Vorschein, wenn man zwei Röh-

per gegen einander schlägt, wo man doch gewiß seyn kann, daß kein Verbrennen statt finden könne, indem beide Körper unverbrennlich sind. So fahren z. B. Funken heraus, wenn zwei Stücke Quarz heftig gegen einander geschlagen werden, und sie leuchten, wenn man sie an einander reibt. Diese Erscheinung findet auch dann statt, wenn der Versuch unter Wasser angestellt wird. Mehrere harte Steine geben unter ähnlichen Umständen gleichfalls Feuer.

Läßt man mehrere dergleichen Funken auf ein Blatt weißes Papier fallen, so erblickt man auf demselben eine Menge kleiner schwarzer Körper, die den Eiern der Fliegen nicht unähnlich sind. Diese Körperchen sind hart, aber zerreiblich. Werden sie auf dem Papiere zerrieben, so lassen sie einen schwarzen Fleck zurück. Beobachtet man sie mit einem Mikroskope, so scheinen sie geschmolzen zu seyn. Die Salzsäure ertheilt ihnen, so wie den Laven \*), eine grüne Farbe. Diese Substanzen waren im glühenden Zustande offenbar die Funken. Lamanon vermuthet, daß sie Quarztheilchen sind, die sich mit Sauerstoff verbunden haben. Wäre dieses der Fall, so würde diese Erscheinung genau mit der übereinstimmen, welche statt findet, wenn Stahl und Stein gegen einander geschlagen werden. Daß sie Quarztheilchen sind, kann nicht bezweifelt werden; hingegen anzunehmen, daß sie mit Sauerstoff verbunden wären, ist aller Erfahrung entgegen; denn diese Steine zeigen selbst dann, wenn sie dem heftigsten Feuergrade ausgesetzt werden, keine Neigung, sich mit dem Sauerstoffe zu verbinden. La Metherie stellte Versuche an, um die Richtigkeit von Lamanon's Mei-

---

\*) Lamanon Jour. de Phys. 1785.

nung zu prüfen, allein sie fielen alle ungunstig für dieselbe aus. Monge zeigte, daß die von Lamanon beschriebenen Theilchen reine unveränderte Quarztheilchen wären, an die sich ein schwarzes Pulver angehängt habe. Er schließt hieraus, daß diese Theilchen bei ihrem Durchgange durch die Luft in eine so große Hitze gerathen sind, daß sie alle Theilchen, welche ihnen begegnen, in Brand setzten \*). Die Entwicklung des Lichtes unter diesen Umständen ist mit einem eigenthümlichen Geruche vergesellschaftet, der einige Analogie mit brennendem Schwefel, oder noch mehr mit entzündetem Schießpulver hat.

## Zweites Kapitel.

### V o m W ä r m e s t o f f.

Erklärung. Es ist nichts so bekannt als die Wärme. Es wäre daher unnöthig, sie definiren zu wollen. Wenn wir sagen, eine Person empfinde Wärme; oder ein Stein sey heiß, so versteht man diesen Ausdruck ohne Schwierigkeit; allein in jedem dieser Sätze wird das Wort Wärme in einer verschiedenen Bedeutung genommen. In dem einen bedeutet es die Empfindung der Wärme, in dem anderen die Ursache dieser Empfindung. Ungeachtet diese Zweideutigkeit im gemeinen Leben von keinen großen Folgen ist, so führt sie doch bei philosophischen Untersuchungen unvermeidlich zu Verwirrung und zu Mißverständnissen. Um dieses

\*) Ann. de Chim. XVI, 206.

zu vermeiden, hat man das Wort Wärmestoff gewählt, um die Ursache der Wärme zu bezeichnen. Legt man seine Hand auf einen heißen Stein, so erhält man eine Empfindung, welche die Empfindung der Wärme genannt wird. Die Ursache dieser Empfindung ist der Wärmestoff.

Da die Erscheinungen, bei welchen der Wärmestoff thätig ist, zu den verwickeltesten und interessantesten der Chemie gehören; da das Studium derselben vorzüglich zur Erweiterung dieser Wissenschaft beigetragen hat, da in der Lehre vom Wärmestoffe noch manche Dinge vorkommen, die noch immer ausnehmend dunkel sind, und welche zu den wichtigsten Untersuchungen Veranlassung gegeben haben, so verdient derselbe eine vorzügliche Aufmerksamkeit. Ich will dieses Kapitel in sechs Abschnitte eintheilen. Der erste wird von der Natur des Wärmestoffes; der zweite von seiner Fortpflanzung durch die Körper; der dritte von seiner Vertheilung; der vierte von den Wirkungen, die er in den Körpern hervorbringt; der fünfte, von der in verschiedenen Körpern angehäuften Menge desselben; und der sechste von den verschiedenen Quellen, die ihn liefern, handeln.

### Erster Abschnitt.

#### Von der Natur des Wärmestoffes.

Seitdem die Naturforscher ihre Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gerichtet haben, sind zwei verschiedene Hypothesen über die Natur des Wärmestoffes angenommen worden. Die Anhänger der einen betrachten den Wärmestoff, so wie

die Schwere, als eine Eigenschaft der Materie, und nehmen an, daß er in einer unerklärbaren eigenthümlichen Schwingung der Theilchen derselben bestehe; die Anhänger der andern betrachten ihn hingegen als eine besondere Substanz. Jede dieser Hypothesen zählt unter ihre Anhänger die größten Naturforscher, und noch bis vor Kurzem war die Dunkelheit des Gegenstandes so groß, daß beide Theile sehr auffallende und überzeugende Gründe für ihre Meinung vorbringen konnten. Die letzten Verbesserungen, welche in dieser Lehre statt gefunden haben, haben nach und nach die letzte Meinung wahrscheinlicher, als die erste gemacht; endlich haben die neuesten Entdeckungen von Herschel diesem Streite beinahe ein Ende gemacht. Dieser fand, daß der Wärmestoff keine Eigenschaft, sondern eine eigenthümliche Substanz sey: wenigstens können wir, seinen Bemerkungen zufolge, den Wärmestoff aus eben den Gründen für eine eigenthümliche Materie erklären, aus welchen wir uns beim Lichte hierzu berechtigt halten.

Entdeckung  
der Wärmer  
strahlen. I. Herschel war beschäftigt, vermittlest eines Teleskops Beobachtungen über die Sonne anzustellen. Um den Unbequemlichkeiten zu begegnen, welche die große Hitze der Sonnenstrahlen verursacht, bediente er sich gefärbter Gläser. Waren aber diese dunkel genug, um die Wärme abzuhalten, so zersprangen sie in kurzer Zeit. Dieser Umstand veranlaßte ihn, Versuche über die erwärmende Kraft der verschiedenen gefärbten Lichtstrahlen anzustellen. Er ließ jeden der gefärbten Strahlen besonders nach und nach auf die Kugel eines Thermometers fallen, in dessen Nähe zwei andere zur Vergleichung aufgestellt waren. Die Anzahl von Graden, um welche sich die Flüssigkeit in dem

Thermometer, das den gefärbten Lichtstrahlen ausgesetzt war, mehr erhob, als in den beiden andern, gab die erwärmende Kraft dieser Strahlen zu erkennen. Er fand, daß diejenigen Strahlen, welche am stärksten gebrochen werden, die geringste erwärmende Kraft besitzen, und daß letzte allmählich vermehrt wird, so wie die Brechbarkeit abnimmt. Die violetten Strahlen besitzen demnach die geringste erwärmende Kraft, und die rothen die größte. Nach Herschel läßt sich die erwärmende Kraft der violetten, grünen und rothen Lichtstrahlen durch folgende Zahlen ausdrücken:

Violettes Licht = 16.

Grünes . . . = 22,4.

Rothes . . . = 55.

Herschel wurde dadurch überrascht, daß die erleuchtende und erwärmende Kraft der Lichtstrahlen, so ganz verschiedene Gesetze befolgen. Das Maximum der ersten befindet sich in der Mitte des prismatischen Farbenbildes; und nimmt ab, sowie man gegen das eine, oder das andere Ende desselben fortgeht. Die erwärmende Kraft hingegen nimmt ununterbrochen von dem Ende, wo sich die violette Lichtstrahlen befinden, zu, und wird bei den rothen am größten. Dieses führte ihn zu der Vermuthung, daß die erwärmende Kraft nicht an den Enden des sichtbaren Farbenbildes aufhöre, sondern sich über dasselbe hinaus erstrecke. Um sich hievon zu überzeugen, stellte er ein Thermometer außerhalb der Gränze der rothen Lichtstrahlen, doch so, daß es in derselben Linie mit dem Farbenbilde befindlich war; und es zeigte eine höhere Temperatur an, als wenn es der Einwirkung der rothen Lichtstrahlen ausgesetzt gewesen wäre. Da das Thermometer immer mehr von dem Farbenbilde, wiewohl in derselben Linie

entfernt wurde, so fuhr die Flüssigkeit fort zu steigen; und sie erreichte erst dann ihr Maximum, als das Thermometer einen halben Zoll von der äußersten Grenze der rothen Lichtstrahlen entfernt war. Wurde das Thermometer noch weiter fortgerückt, so fiel es etwas; allein die erwärmende Kraft war in einer Entfernung von anderthalb Zoll, vom rothen Strahl noch bemerkbar.

Diese wichtigen Versuche sind kürzlich in Gegenwart von sehr gültigen Zeugen, von Heinrich Englefield \*) wiederholt und richtig befunden worden. Da man gegen Herschel's Versuche verschiedene Einwendungen gemacht hatte, so bediente er sich eines sehr abgeänderten Apparates, um denselben zu begegnen. Die Kugeln fast aller Thermometer waren geschwärzt. Folgende Tabelle enthält die Resultate eines dieser Versuche.

Das Thermometer stieg

im blauen Strahl in 3 Minuten von	55° bis	56°.
im grünen . . . 3 . . .	54° —	58°.
im gelben . . . 3 . . .	56° —	62°.
im vollen rothen . 2½ . . .	56° —	72°.
an der Gränze des rothen 2½ . . .	58° —	73½°.
an der Gränze des sichtbaren Lichtes in . . . 2½ . . .	61° —	79°.

Das Thermometer mit der geschwärzten Kugel stieg unter denselben Umständen ungleich höher, als das Thermometer, dessen Kugel sich entweder im natürlichen Zustande befand, oder mit weißer Farbe angestrichen war. Dieses ergibt sich aus nachstehender Tabelle:

\*) Journal of the Royal Institution I, 202.

		Zeit	von	zu
Rothe Lichtstrahlen	Geschwärztes Thermometer	3	58°	61°
	Weißes Thermometer		55°	58°
Dunkelster Theil der rothen Lichtstrahlen	Geschwärztes Thermometer	3	59°	64°
	Weißes Thermometer		58°	58½°
Grenzen der rothen Lichtstrahlen	Geschwärztes Thermometer	3	59°	71°
	Weißes Thermometer		57½°	60½°

Beide, sowohl Herschel, als Sir Heinrich Englefield beobachteten einen schwach röthlichen Schein, der eine halb eiförmige Gestalt hatte, und der dann sichtbar wurde, wenn die über die rothen Lichtstrahlen hinaus befindlichen Strahlen durch eine Glaslinse verdichtet wurden.

Es folgt aus diesen Versuchen, daß die Sonne Strahlen aussendet, welche erwärmen ohne zu erleuchten, und daß dieses diejenigen Strahlen sind, welche die größte Menge Wärme hervorbringen. Dem zufolge strömt die Sonne den Wärmestoff in Strahlen aus, und die Strahlen des Wärmestoffes sind von den Strahlen des Lichtes verschieden.

Als Herschel das andere Ende des prismatischen Farbenbildes untersuchte, überzeugte er sich, daß über das violette Licht hinaus keine Wärmestrahlen mehr vorhanden waren. Er fand übrigens, was auch Senneber früher bemerkt hatte, daß alle gefärbten Strahlen des Farbenbildes die Eigenschaft besitzen, zu erwärmen. Man kann demnach die Frage aufwerfen, ob es überhaupt einige Strahlen gebe, welche die Eigenschaft zu erwärmen nicht besitzen. Entweder kommt den Lichtstrahlen, als Lichtstrahlen, das Vermögen zu erwärmen zu, oder sie erhalten es durch eine Beimischung von Wärmestrahlen.

Wäre die erste dieser Voraussetzungen gegründet, so müßte Licht in allen Fällen Wärme erregen; allein es ist eine,

den

den Naturforschern längst bekannte Sache, daß das Mondlicht, selbst dann, wenn es so stark verdichtet worden, daß es stärker erleuchtet, als die hellsten Lampen und Kerzen, nicht die mindeste Wärme hervorbringt, ungeachtet diese beträchtlich erwärmen. Es giebt also Lichtstrahlen, welche keine Wärme erzeugen; und überdieß Lichtstrahlen, welche aus allen sieben gefärbten prismatischen Strahlen zusammengesetzt sind. Wir müssen aus dieser wohlbekannten Thatsache schließen, daß die Lichtstrahlen keine Hitze hervorbringen, und daß folglich die gefärbten Strahlen, sowohl aus der Sonne, als den brennenden Körpern, da sie Wärme erregen, aus einer Mischung von Lichtstrahlen und Wärmestrahlen bestehen.

Daß dieses aber wirklich der Fall sey, ist vor langer Zeit durch Dr. Hooke \*) und nachher durch Scheele \*\*), der beide Arten von Strahlen durch ein sehr einfaches Verfahren trennte, dargethan worden. Hält man einen Glaspiegel vor ein Feuer, so wirft er die Lichtstrahlen, nicht aber die Wärmestrahlen zurück; ein Metallspiegel hingegen reflektirt beide. Der Glaspiegel wird heiß; der Metallspiegel hingegen verändert seine Temperatur nicht. Bringt man eine Glastafel schnell zwischen ein Feuer und das Gesicht, so hält sie vollkommen die erwärmende Kraft des Feuers ab, ohne daß sein Glanz eine merkliche Verminderung erleidet; mithin hält sie die Wärmestrahlen ab, während sie den Lichtstrahlen einen freien Durchgang gestattet. Läßt man das Glas so lange in dieser Lage, bis die Temperatur desselben ihr Maximum erreicht hat, so hält es die Wärmestrahlen nicht mehr auf,

\*) Birche's History of the Royal Society IV, 157.

\*\*) Scheele phys. chem. Schr. B. I. S. 122 ff.

sondern läßt sie eben so ungehindert wie die Lichtstrahlen hindurchgehen. Diese merkwürdige Thatsache, aus der sich ergibt, daß das Glas nur so lange die Wärmestrahlen nicht durch sich hindurchgehen läßt, bis es völlig damit gesättigt worden, ist ungleich früher von Dr. Robinson, Professor der Physik zu Edinburg, beobachtet worden. Diese Thatsachen reichen hin, uns zu überzeugen, daß die Licht- und Wärmestrahlen verschieden sind, und daß die gefärbten Lichtstrahlen ihre erwärmende Eigenschaft von den ihnen beige-mischten Wärmestrahlen erhalten. Hieraus ersieht man zugleich, daß das Sonnenlicht aus drei Arten von Strahlen bestehe; aus denen, welche die Empfindung der Farbe hervorbringen; aus solchen, die Wärme erregen; und aus desoxydirenden Strahlen.

Brechung  
der Wärme-  
strahlen. 2. Die Wärmestrahlen werden von durchsichtigen Körpern eben so, wie die Lichtstrahlen gebrochen. Sie unterscheiden sich gleichfalls, so wie die Lichtstrahlen, in Rücksicht des Grades der Brechbarkeit; indem einige eben so brechbar, als die violetten Strahlen sind, während die größere Anzahl derselben weniger brechbar, als die rothen Strahlen ist. Noch fehlt es an Untersuchung, um auszumitteln, ob sie durch alle durchsichtigen Körper hindurchgehen, eben so wenig ist der Unterschied der Brechung, welche durch Media von verschiedener Dichte hervorgebracht wird, durch Versuche ausgemittelt worden. Soviel ist übrigens gewiß, daß alle durchsichtigen Substanzen, deren man sich als Brenngläser bedient hat, dieselben hindurchlassen und brechen. Herschel hat gleichfalls durch Beweise dargethan, daß nicht allein der Wärmestoff, welchen die Sonne ausströmt, brechbar sey, sondern daß dieses auch mit den Wärmestrahlen der Fall

ist, welche sich aus dem Küchenfeuer, dem Lichte der Kerzen, dem glühenden Eisen und selbst aus heißem Wasser entwickeln.

Zurückstrahlung der Wärme-  
strahlen. 3. Die Wärmestrahlen werden durch polirte Oberflächen eben so, wie die Lichtstrahlen zurückgeworfen. Dieses ist kürzlich durch Herschel dargethan worden, übrigens hat es Scheele ungleich früher beobachtet, und zugleich die Bemerkung gemacht, daß der Einfallswinkel dem Zurückstrahlungswinkel gleich sey. Pictet machte auch im Jahre 1790 eine Reihe sehr sinnreicher Versuche über diesen Gegenstand bekannt, welche zu denselben Resultaten führten \*).

Er stellte zwei Hohlspiegel aus Zinn, die eine Brennweite von 9 Zoll hatten, 12 Fuß und 2 Zoll von einander. In den Brennpunkt des einen brachte er eine eiserne Kugel, die 2 Zoll im Durchmesser hatte, und die bis zu dem Grade erhitzt war, daß sie im Finstern nicht leuchtete, in den Brennpunkt des anderen Brennspiegels stellte er die Kugel eines Thermometers. In Zeit von 6 Minuten stieg die Flüssigkeit im Thermometer um  $22^{\circ}$ . Ein brennendes Licht, welches an die Stelle der eisernen Kugel gesetzt wurde, brachte beinahe dieselbe Wirkung hervor. In diesem Falle schienen Licht und Wärme vereint zu wirken. Um die Wirkung beider zu trennen, stellte er zwischen die Spiegel eine Scheibe von sehr durchsichtigem Glase. Das Thermometer sank in 9 Minuten  $14^{\circ}$ ; wurde die Glastafel hinweggenommen, so stieg es in 7 Minuten um  $12^{\circ}$ ; und doch schien die Stärke des Lichtes,

---

\*) Eine ähnliche Reihe von Versuchen ist von Herrn King schon im Jahre 1785 angestellt worden. Man sehe seine *Morsels of Criticism*. Vol. 1.

welches auf das Thermometer fiel, durch die Glastafel nicht im mindesten vermindert worden zu seyn. Vietet schloß hieraus, daß der Wärmestoff von den Spiegeln zurückgeworfen worden wäre, und daß dieses die Ursache von dem Steigen des Thermometers gewesen sey. Bei einem andern Versuche wurde eine gläserne Retorte, die mit der eisernen Kugel von gleichem Durchmesser war, und 2044 Gran kochenden Wassers enthielt, an die Stelle derselben gesetzt. Zwei Minuten nachher wurde ein dicker Schirm von Seide, der zwischen die beiden Spiegel gestellt worden war, hinweggenommen, worauf das Thermometer von  $47^{\circ}$  bis zu  $50\frac{1}{4}^{\circ}$  stieg; allein es fiel in demselben Augenblicke, in dem die Retorte aus dem Brennpunkte hinweggenommen wurde.

Die zinnernen Spiegel wurden um 90 Zoll von einander entfernt; der Kolben mit kochendem Wasser wurde in den einen Brennpunkt, und ein sehr empfindlicher Luft-Thermometer, von dem ein Grad  $\frac{1}{4}$  Grad Fahrenheit gleich war, in den andern Brennpunkt gestellt. Genau in der Mitte zwischen den beiden Spiegeln, befand sich ein sehr dünner gewöhnlicher Glas Spiegel, der so angebracht war, daß jede Seite desselben gegen den Kolben zu gedreht werden konnte. Wurde die polirte Fläche des Spiegels gegen den Kolben gerichtet, so stieg das Thermometer nur um  $0,5^{\circ}$ : wandte man hingegen die mit Zinnfolie belegte Seite, welche mit Dinte und Rauch geschwärzt worden war, gegen denselben, so stieg das Thermometer um  $3,5^{\circ}$ . In einem andern Versuche stieg, als die polirte Fläche des Spiegels dem Gefäße mit Wasser zugekehrt war, das Thermometer  $3^{\circ}$ ; bei der andern Seite um  $9,2^{\circ}$ . Wurde die Zinnfolie abgerieben, und der Versuch wiederholt, so stieg das Thermometer  $18^{\circ}$ . Wurde statt

des Glasspiegels ein Stück dünne weiße Pappe von derselben Ausdehnung genommen, so stieg das Thermometer  $10^{\circ}$  \*).

Geschwin-  
digkeit der  
Wärme-  
strahlen. 4. Da die Licht- und Wärmestrahlen, welche die Sonne aussendet, einander begleiten, so ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß sie sich mit derselben Schnelligkeit bewegen. Die Wärmestrahlen durchlaufen daher auch in einer Sekunde einen Raum von ungefähr 40000 Meilen. Dieses ist durch einen Versuch von Pictet bestätigt worden. Er stellte 2 Hohlspiegel 69 Fuß von einander, der eine war, wie die oben beschriebenen, von Zinn, der andere war aus vergoldetem Gips, und hatte 19 Zoll im Durchmesser. In den Brennpunkt des letzten Spiegels stellte er ein Luftthermometer, und in den Brennpunkt des anderen eine erhitzte eiserne Kugel. Wenige Zoll von der Fläche des zinnernen Spiegels, war ein dicker Schirm befindlich, der in demselben Augenblicke, da die Kugel den Brennpunkt des andern Spiegels erreichte, hinweggenommen wurde. Sowie der Schirm entfernt wurde, stieg das Thermometer, ohne daß eine Zwischenzeit wahrgenommen werden konnte. Die Zeit, welche mithin der Wärmestoff brauchte, um einen Raum von 69 Fuß zu durchlaufen, ist zu klein, als daß sie gemessen werden kann. Wir sehen zu gleicher Zeit, daß dieses der Fall seyn muß, wenn wir bedenken, daß der Wärmestoff sich durch einen Raum von 40000 Meilen in einer Secunde fortpflanzt.

Größe der  
Wärme-  
theilchen. 5. Da die Schnelligkeit, mit welcher sich der Wärmestoff bewegt, der des Lichtes gleich ist, so müssen die Theilchen desselben eben so klein seyn. Es kann

\*) Pictet über das Feuer. Kap. 3.

daher weder der Zusatz, noch die Hinwegnahme des Wärmestoffes das Gewicht der Körper merklich verändern. Da dieses eine nothwendige Folge aus Herschel's Versuchen ist, so würde, wenn erwiesen werden könnte, daß der Wärmestoff auf das Gewicht der Körper Einfluß hat, die auf Herschel's Entdeckungen gegründete Theorie über den Haufen geworfen werden können. Man hat aber dergleichen Folgerungen aus den Versuchen von De Luc \*) Fordyce \*\*) Morveau \*\*\*) und Chaussier †) ziehen wollen. Nach diesen Naturforschern verlieren die Körper, wenn sie erhitzt werden, von ihrem absoluten Gewichte. Der Versuch von Fordyce, der mit der größten Sorgfalt angestellt zu seyn scheint, war folgender.

Er nahm eine gläserne Kugel mit einem sehr kurzen Hals, welche 3 Zoll im Durchmesser hatte, und 451 Gran wog, schüttete in sie 1700 Gran Wasser aus dem New River zu London, und verschloß sie hermetisch. Das Ganze wog bei einer Temperatur von  $32^{\circ}$ ,  $2150\frac{1}{2}$  Gran. Man stellte es zwanzig Minuten lang in eine kalt machende Mischung aus Schnee und Salz, bis ein Theil des Wassers gefroren war. Die Kugel wurde hierauf zuerst mit einem trocknen leinenen Tuche, dann mit einem trocknen reinen Leder abgewischt, und unmittelbar gewogen, wo dann eine Gewichtszunahme von  $\frac{1}{8}$  Gran bemerkt wurde. Dieses wurde fünfmal nach einander, genau auf dieselbe Art wiederholt. Bei jedem

\*) Sur le Modif. de l'Athmosph.

\*\*) Phil. Trans. 1785. Part. II.

\*\*\*) Jour. de Phy.. 1785. Oct.

†) Jour. de Sav. 1775. pag. 493.

Versuche war ein größerer Theil des Wassers gefroren, und es fand eine größere Vermehrung des Gewichtes statt. Nachdem alles Wasser gefroren war, betrug das Gewicht desselben  $\frac{3}{8}$  Gr. mehr, als im flüssigen Zustande. Ein Thermometer, das der Kugel genähert wurde, stand auf  $10^{\circ}$ . Ließ man diese Vorrichtung unverändert, bis das Thermometer  $32^{\circ}$  zeigte, so wog sie  $\frac{2}{6}$  Gran mehr, als das flüssige Wasser bei derselben Temperatur. Es wird in der Folge gezeigt werden, daß das Eis weniger Wärmestoff enthält, als Wasser von derselben Temperatur im flüssigen Zustande. Die Waage, deren sich Fordyce bei diesen Versuchen bediente, war so genau, daß sie  $\frac{1}{1600}$  Gran angab.

Dieser Gegenstand zog die Aufmerksamkeit von Lavoisier auf sich. Seine Versuche, welche er in den Jahrbüchern der französischen Akademie vom Jahre 1783 bekannt machte, führten zu dem Resultate, daß das Gewicht der Körper weder durch das Erwärmen noch Abkühlen derselben verändert werde. Die Versuche des Grafen Rumford über denselben Gegenstand, welche er im Jahre 1797 angestellt hat, sind völlig entscheidend. Er wiederholte den Versuch von Fordyce mit der gewissenhaftesten Genauigkeit, und zeigte durch äußerst scharfsinnige Versuche, daß weder ein Zusatz, noch die Hinwegnahme des Wärmestoffes eine bemerkbare Veränderung in dem Gewichte der Körper hervorbringe \*).

6. Der Wärmestoff besitzt nicht allein die Schnelligkeit des Lichtes, sondern kommt auch noch mit ihm in einer andern nicht weniger merkwürdigen Eigenschaft überein. Die

---

\*) Phil. Trans. p. 179.

Theilchen desselben werden nie so zusammenhängend gefunden, daß sie ganze Massen bilden, und wenn man sie mit Gewalt an einem Orte zusammenhäuft, so fliehen sie nach allen Richtungen davon, und entfernen sich mit unbegreiflicher Schnelligkeit von einander. Diese Eigenschaft nöthigt uns, ein wechselseitiges Abstoßen, unter den Theilen des Wärmestoffes anzunehmen.

Man sieht hieraus, daß der Wärmestoff und der Lichtstoff in sehr vielen Eigenschaften überein kommen. Beide sendet die Sonne in Strahlen aus, mit einer Geschwindigkeit, die 40000 Meilen in einer Sekunde beträgt; beide werden von durchsichtigen Körpern gebrochen; von polirten Oberflächen zurückgestrahlt; beide bestehen aus Theilchen, die einander wechselseitig abstoßen, und keine bemerkbare Wirkung auf das Gewicht anderer Körper hervorbringen. Sie unterscheiden sich aber dadurch von einander, daß der Lichtstoff in uns die Empfindung des Sehens, der Wärmestoff hingegen die Empfindung der Wärme hervorbringt.

Durch die im Vorhergehenden vorgetragenen Thatsachen sind wir berechtigt, das Sonnenlicht für eine Zusammensetzung aus drei verschiedenen Substanzen zu halten, die, wegen der Verschiedenheit ihrer Brechbarkeit sich gewissermaßen durch das Prisma von einander trennen lassen. Die Wärmestrahlen sind am wenigsten; die desoxydierenden, am meisten brechbar; und die, die Farben erregenden Strahlen besitzen einen mittleren Grad der Brechbarkeit. Daher haben die Strahlen in der Mitte des prismatischen Farbenbildes die größte erleuchtende Kraft; diejenigen, welche jenseit der Gränze der rothen Strahlen liegen, die größte erwärmende Kraft, und diejenigen, welche jenseit der Gränze

die violetten Strahlen liegen, die größte desoxydirende Kraft. Die erwärmende Kraft auf der einen Seite, und die desoxydirende auf der anderen, nehmen allmählich zu, so wie man sich nach und nach demjenigen Ende des Farbenbildes nähert, wo das Maximum von jeder befindlich ist. Diese verschiedenen Substanzen ähneln sich in so manchen Eigenschaften, daß dieselben Schlüsse, ihre Brechbarkeit Zurückstrahlung u. s. w. betreffend, auf alle anwendbar scheinen, sie bringen aber in denjenigen Körpern, auf welche sie wirken, verschiedene Erscheinungen zuwege. Noch hat man wenige Fortschritte in der Untersuchung dieser Erscheinungen gemacht, doch läßt sich bei dem jetzigen Zustande unseres Wissens hoffen; daß es hinreichen werde, manche schwankende und unstatthafte Meinungen, die jetzt unter den Chemisten herrschen, zu vertilgen.

### Zweiter Abschnitt.

#### Bewegung des Wärmestoffs.

---

Wir sehen aus den im vorhergehenden Abschnitte angeführten Thatsachen, daß der Wärmestoff mit dem Lichtstoffe in Rücksicht der Schnelligkeit, mit der er sich aus den Körpern entwickelt, übereinkommt. Diese Schnelligkeit der Bewegung erlangt er in allen Fällen, in welchen er nicht durch ein Hinderniß aufgehalten wird. Befindet er sich in vollkommener Freiheit, so bewegt er sich in einer Sekunde durch einen Raum von ungefähr 40000 Meilen. Diese Geschwindigkeit ist ihm dann eigen, wenn er aus der Sonne oder aus brennenden Körpern ausströmt. Er bewegt sich aber nicht

allein durch den leeren Raum, sondern auch durch alle irrdi-  
sche Körper. In dieser Rücksicht unterscheidet er sich von  
allen übrigen Substanzen, selbst von dem Lichte, daß, so  
weit uns bekannt ist, nicht durch alle Körper hindurchdrin-  
gen kann.

Doppelte Bewe- 1. Die Bewegung des Wärmestoffes durch  
gung des Wär- die verschiedenen Naturkörper ist von zweierlei  
mestoffes durch  
die Körper. Art; durch einige derselben geht er mit eben der  
Schnelligkeit hindurch, wie durch den freien Raum; wenig-  
stens erleidet die Schnelligkeit seiner Bewegung bei diesem  
Durchgange keine merkliche Veränderung. Auf die Art be-  
wegt er sich durch die Luft, und mehrere andere durchsichti-  
ge Körper. Durch andere Substanzen bewegt er sich mit  
einer weit geringeren Geschwindigkeit. Legt man das eine  
Ende einer 20 Zoll langen eisernen Stange in ein gewöhnli-  
ches Feuer, und befestigt man an das andere Ende ein  
Thermometer, so verstreichen 4 Minuten, bis das Thermo-  
meter zu steigen anfängt, und 15 Minuten, bis es um  $15^{\circ}$   
gestiegen ist. Folglich braucht der Wärmestoff 4 Minuten,  
um durch eine eiserne Stange von 20 Zoll Länge hindurchzu-  
gehen. Der Unterschied zwischen dieser Geschwindigkeit und  
der, mit welcher er 40000 Meilen in einer Sekunde zurück-  
legt, ist zu ungeheuer, als daß diese Bewegungen nicht von  
ganz verschiedener Art seyn sollten.

Frei durchge- Geht der Wärmestoff durch einen Körper mit  
hende und lei- unverminderter Geschwindigkeit hindurch, so  
tende. nenne ich ihn freidurchgehenden (transmitted) Wär-  
mestoff; ist hingegen seine Geschwindigkeit ausnehmend ver-  
mindert worden, wie es z. B. bei der eisernen Stange der  
Fall war, so nenne ich ihn geleiteten (conducted) Wär-

me Stoff. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß der Wärmestoff auf eine ganz andere Art hindurch geht auf eine ganz andere Art geleitet wird.

Die Luft und alle bisher untersuchten durchsichtigen Substanzen besitzen die Eigenschaft, den Wärmestoff frei durch sich hindurch gehen zu lassen; ungeachtet einige derselben, wie z. B. das Glas, ihn nicht eher hindurch lassen, bis sie sich mit einem gewissen Antheile desselben verbunden haben. Wahrscheinlich läßt kein Körper den Wärmestoff frei durch sich hindurch, bis nicht eine größere Menge in denselben eingedrungen ist, als mit ihm in dem Zustande, in welchem er sich befindet, verbunden bleiben kann. Die Erscheinungen bei dem freien Hindurchgehen des Wärmestoffes stimmen völlig mit denen des freien Durchganges bei dem Lichte überein, und lassen genau dieselbe Erklärung zu. Was Scheele und verschiedene andere Chemisten strahlende Wärme genannt haben, ist nichts anders, als freihindurchgehender Wärmestoff.

Erklärung der  
Leitungsfähig-  
keit.

2. Da die Geschwindigkeit des Wärmestoffs, wenn er durch die Körper geleitet wird, abnehmend vermindert wird, so ist es einleuchtend, daß er sich nicht ohne Hinderniß durch dieselben hindurchbewege. Er muß einige Zeit, durch die Theilchen des leitenden Körpers fest gehalten, folglich von ihnen angezogen werden. Hieraus folgt, daß eine Verwandtschaft oder Anziehung zwischen dem Wärmestoff und jedem Leiter desselben statt finde. Dieses, daß er durch die Körper hindurchgeleitet wird, ist eine Folge dieser Verwandtschaft. Vielleicht wird das Gesagte durch nachstehende Erläuterung deutlicher.

Es sey M irgend ein Körper, X  
 (z. B. eine Masse Eisen) der aus 1 \_\_\_\_\_  
 einer unbestimmten Menge Theil- 2 \_\_\_\_\_  
 chen bestehet, die in die Schich- 3 \_\_\_\_\_  
 ten 1, 2, 3, 4, 5 u. s. w. geord- 4 \_\_\_\_\_ M  
 net sind. Ihm werde Wärme- 5 \_\_\_\_\_  
 stoff in der Richtung X zugeführt. 6 \_\_\_\_\_  
 Das erste Stratum von Theil- 7 \_\_\_\_\_

chen 1 verbindet sich mit einem Antheile Wärmestoff, und bildet eine Zusammensetzung, welche A genannt werden soll. Diese Zusammensetzung kann durch das zweite Stratum nicht zersetzt werden, weil alle Schichten vor der Anwendung der Wärme dieselbe Temperatur hatten, mithin die Verwandtschaft aller zum Wärmestoff genau dieselbe seyn mußte. Nun wäre es aber ungereimt, wenn man annehmen wollte, daß eine Zusammensetzung durch eine Verwandtschaft gestört würde, die nicht größer wäre, als diejenige, welche sie hervorbringt. Verbände sich demnach nur ein Antheil Wärmestoff mit der Schichte 1, so würde kein Wärmestoff über dieses Stratum hinausgehen. Allein die Zusammensetzung A hat immer noch eine Verwandtschaft zum Wärmestoffe; sie verbindet sich daher mit einem andern Antheile desselben, und stellt eine neue Zusammensetzung dar, welche wir B nennen wollen.

Diese Schichte ist nun mit zwei Antheilen Wärmestoff verbunden; der zweite Antheil wird nach dem allgemeinen, schon erklärten Gesetze, durch ein schwächeres Band zurückgehalten, als der erste. Das Stratum 2 kann demnach der Schichte 1 diesen zweiten Antheil entziehen. Demzufolge verbindet es sich mit demselben, und bildet die Zusammen-

setzung A. Jetzt befinden sich zwei Schichten in der ganzen Masse, von denen jede mit einem Antheile Wärmestoff verbunden ist, folglich die Zusammensetzung A ausmacht. Die dritte Schichte kann die zweite nicht zersetzen: die Gründe sind eben diejenigen, aus denen es sich ergab, daß die zweite Schichte die erste nicht zersetzen konnte, so lange diese nur mit einem Antheile Wärmestoff verbunden war. Die Schichte 1 verbindet sich aufs Neue mit einem Antheile Wärmestoff, und bildet die Zusammensetzung B. Das Stratum 2 kann diese Zusammensetzung nicht zersetzen, denn da es schon mit einem Antheile verbunden ist, so kann die Verwandtschaft zum zweiten Theile Wärmestoff nicht größer seyn, als der ersten Schichte für denselben.

Allein die Schichte 1 verbindet sich mit einem dritten Antheile Wärmestoff, und bildet eine neue Zusammensetzung, welche C, genannt werden soll. Die Verwandtschaft der Schichte ist zu diesem dritten Antheile geringer als zu dem zweiten; das Stratum 2 bemächtigt sich mithin desselben, und bildet die Zusammensetzung B. Diesen zweiten Antheil entzieht der Schichte 2 die Schichte 3, und bildet jetzt die Zusammensetzung A. Die Schichte eins absorbiert abermals Wärmestoff, bildet die Zusammensetzung C, diese wird durch die Schichte 2 zerlegt, welche dadurch die neue Zusammensetzung B bildet. Die Zusammensetzung C, wird zum drittenmale durch die Schichte 1 hervorgebracht.

Jetzt sind drei Schichten erwärmt. Die Schichte 1 ist mit drei Antheilen, die Schichte 2 ist mit zwei Antheilen, und die Schichte 3 ist mit einem Antheile verbunden. Der Wärmestoff kann nicht weiter gehen: denn die Schichte 4 kann die Zusammensetzung A nicht zersetzen, eben so

wenig die Schichte 3 die Zusammensetzung B! und die Schichte 2 die Zusammensetzung C. Allein die Schichte 1 verbindet sich mit einem vierten Antheile Wärmestoff, und bildet eine Zusammensetzung, welche D genannt werden soll. Diesen neuen Antheil Wärmestoff raubt die Schichte 2 und bildet die Zusammensetzung C. Sie wird aufs Neue von der Schichte 2 entzogen, und erstere bildet die Zusammensetzung B. Der Schichte 2 entzieht diesen Antheil Wärmestoff die Schichte 4, und bildet damit die Zusammensetzung A. Die Schichte 1 verbindet sich abermals mit einem neuen Antheile Wärmestoff, und bildet die Zusammensetzung D; diesen hinzugekommenen Antheil eignet sich zuerst die Schichte 2, dann die Schichte 3 zu, und letztere bildet damit die Zusammensetzung B. Die Schichte 1 bildet zum drittenmale die Zusammensetzung D; der neue Antheil Wärmestoff wird ihr aber augenblicklich durch die Schichte 2 entzogen, welche mit demselben die Zusammensetzung C darstellt. Die Zusammensetzung D wird zum viertenmale durch die Schichte, hervorgebracht, und nicht ferner zersezt. Jetzt sind vier Schichten mit Wärmestoff verbunden; die Schichte 1 mit vier Antheilen, die Schichte 2 mit drei Antheilen, die Schichte 3 mit zwei Antheilen, und die Schichte 4 mit einem Anthelle. Auf diese Art geht der Proceß des Erwärmens immer fort, wie groß auch immer die Zahl der Schichten seyn mag, die mit dem Wärmestoffe verbunden werden sollen.

3. Die Körper leiten demnach den Wärmestoff, nach dem Grade ihrer Verwandtschaft zu demselben, und der Eigenschaft, welche sie besitzen, sich unbestimmt mit neuen Antheilen desselben zu verbinden. Dieß ist der Grund von der

Langsamkeit des Processes, oder was dasselbe ist, von der langen Zeit, die erforderlich ist, um daß ein Körper erwärmt oder abgekühlt werde. Dieser Proceß besteht in einer fast unendlichen Anzahl wiederholter Zusammensetzungen und Zerlegungen.

4. Wir sehen gleichfalls, daß, wenn man das eine Ende eines Körpers erwärmt, die Temperatur der Schichten dieses Körpers sich nach Maaßgabe ihrer Entfernung von der Quelle der Wärme vermindern müsse. Jedermann muß die Bemerkung gemacht haben, daß dem wirklich so sey. Wenn man z. B. mit der Hand längs einer eisernen Stange herabfährt, von der das eine Ende im Feuer liegt, so bemerkt man, daß die Temperatur von diesem Ende, welches das heißeste ist, bis zu dem andern Ende, als dem kältesten, allmählig abnimmt.

5. Der Durchgang des Wärmestoffes durch einen Körper, vermöge der leitenden Kraft des letzteren, muß eine Gränze haben; und diese Gränze hängt von der Anzahl der Antheile des Wärmestoffes ab, mit welchen sich dasjenige Stratum des Körpers, welches der Quelle der Wärme am nächsten liegt, verbinden kann. Ist die Länge des Körpers so beträchtlich, daß die Anzahl der Schichten, aus denen er zusammengesetzt ist, die Anzahl der Antheile Wärmestoff, mit denen sich eine Schichte verbinden kann, übertrifft; so ist es klar, daß der Wärmestoff durch diesen Körper nicht werde geleitet werden können: oder mit anderen Worten, diejenigen Schichten, welche am weitesten von der Quelle des Lichtes entfernt sind, werden keine Zunahme der Temperatur erhalten.

Diese Gränze hängt in allen Fällen, von der Menge

Wärmestoff ab, mit welcher sich ein Körper verbinden kann, bevor er seinen Zustand verändert. Alle Körper, soweit man sie bis jetzt kennt, verbinden sich unbestimmt mit dem Wärmestoffe; die Mehrzahl derselben verändert aber, nachdem sie sich mit einer gewissen Menge Antheile Wärmestoff verbunden hat, ihren Zustand. So wird Eis, durch Verbindung mit einem gewissen Quantum Wärmestoff in Wasser, und dieses, durch einen Zusatz von einer größeren Menge desselben, in Wasserdampf verwandelt. Werden die Metalle bis zu einem gewissen Grade erhitzt, so schmelzen sie, werden verflüchtigt, und oxydirt. Holz und die meisten anderen brennbaren Substanzen entzünden sich, und werden verflüchtigt. Hat sich nun so viel Wärmestoff mit der ersten Schichte eines Körpers verbunden, als er annehmen kann, ohne seinen Zustand zu verändern, so ist es einleuchtend, daß sich keine größere Menge Wärmestoff mit ihm verbinden könne; weil der nächste Antheil die erste Schichte verflüchtigen würde.

Die Entfernung, zu welcher ein Körper den Wärmestoff leiten kann, steht demnach mit der Temperatur im Verhältniß, zu der man ihn erheben kann, ehe er seinen Zustand verändert. Aus diesem Grunde kann das Antimonium den Wärmestoff weiter leiten, als Holz, Eisen weiter als Antimonium; und die Steine vielleicht noch weiter als Eisen.

6. Da alle Körper den Wärmestoff nach Maaßgabe ihrer Verwandtschaft zu demselben leiten; da ferner alle Körper Verwandtschaft zu dem Wärmestoffe haben, so folgt unwidersprechlich, daß alle Körper Leiter für die Wärme seyn müssen, es sey denn, daß der leitenden Kraft eine andere entgegen wirke. Wäre ein Körper z. B. so beschaffen, daß ein einziger Antheil Wärmestoff seinen Zustand verändern könnte,

so ist es einleuchtend, daß er unfähig seyn müsse, den Wärmestoff zu leiten; weil jede Reihe von Theilchen, so wie sie sich mit einem Antheile Wärmestoff verbunden hätte, ihren Platz verändern würde, folglich unfähig wäre, der nächst folgenden Wärmestoff mitzutheilen.

Alle festen Körper sind Leiter. 7. Alle festen Körper sind Leiter, denn sie sind alle fähig, sich mit verschiedenen Antheilen Wärmestoff zu verbinden, ehe sie ihren Zustand verändern. Dieses findet in einem sehr bemerkbaren Grade, bei allen erdigten und steinartigen Substanzen statt; es ist gleichfalls der Fall mit den Metallen, Vegetabilien und animalischen Substanzen. Das hier Gesagte muß jedoch mit gewissen Einschränkungen verstanden werden. Alle Körper sind zwar Leiter, allein sie sind es nicht unter allen Umständen. Die meisten festen Körper sind bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre Leiter; sie hören es aber auf zu seyn, sobald sie bis zu dem Grade erhitzt werden, bei welchem sie ihren Aggregat= Zustand verändern. So ist der Schwefel bei einer Temperatur von  $60^{\circ}$  ein Leiter; wird er hingegen bis zu dem 21sten, oder bis zu demjenigen Grade erhitzt, bei dem er schmilzt, oder verflüchtigt wird, so leitet er nicht mehr. Eben so ist das Eis bei  $20^{\circ}$ , oder bei jedem anderen Grade unter dem Gefrierpunkte ein Leiter für den Wärmestoff, bei der Temperatur von  $32^{\circ}$  hingegen, hört es auf ein Leiter zu seyn, weil jeder Zusatz von Wärmestoff eine Veränderung seines Zustandes bewirkt.

8. Dieselbe Bewandniß scheint es mit den tropfbar flüssigen und gasförmigen Substanzen zu haben, denn sie scheinen dem ersten Anblicke nach, gleichfalls Leiter zu seyn, indem man sie eben sowohl, als die festen Stoffe erhizen, und

die Erhöhung der Temperatur bis zu einem sehr hohen Grade treiben kann, ohne daß sie merklich ihren Zustand verändern. Die flüssigen Körper unterscheiden sich aber von den festen in einem wesentlichen Punkte; die Theilchen derselben können sich ungehindert nach jeder beliebigen Richtung bewegen, und sie folgen dem kleinsten Antriebe: während die Theilchen der festen Körper, wegen der eigenthümlichen Beschaffenheit derselben, in ihrer Lage fest und bleibend sind. Eine von den Veränderungen, welche der Wärmestoff in den Körpern hervorbringt, ist die Ausdehnung, oder die Vermehrung des Volumens; diese Vermehrung ist mit einer verhältnißmäßigen Verminderung des specifischen Gewichtes vergesellschaftet. Wenn sich demnach der Wärmestoff mit einer Schichte von Theilchen verbindet, so wird diese Schichte specifisch leichter, als die übrigen Theilchen. Dieß bringt keine Veränderung in der Lage der festen Theilchen hervor. Liegt hingegen bei flüssigen Stoffen die erwärmte Schichte unter den kälteren, so wird sie von diesen auswärts gedrückt, und da sie sich ungehindert nach allen Richtungen bewegen kann, so verändert sie ihre Stelle, und wird auf die Oberfläche der Flüssigkeit gehoben.

Die flüssigen Substanzen führen den Wärmestoff fort. Es kommt demnach bei den Flüssigkeiten sehr darauf an, an welcher Stelle die Quelle der Wärme angebracht werde. Wirkt diese unmittelbar auf die allerhöchste Schichte, oder auf die Oberfläche der Flüssigkeit, so kann der Wärmestoff nur wie bei festen Körpern, vermöge der leitenden Kraft der flüssigen Substanzen, nach unten seinen Weg nehmen; wird hingegen die unterste Schichte erhitzt, so steigt der Wärmestoff, unabhängig von dieser leitenden Kraft, bloß als Folge der Flüssigkeit der Sub-

stanz, und der Ausdehnung der erwärmten Theilchen aufwärts. So wie sich die unterste Schichte mit einem Antheile Wärmestoff verbindet, wird sie specifisch leichter, und steigt in die Höhe. Es nähern sich neue Theilchen der Quelle der Wärme, verbinden sich ihrer seits mit dem Wärmestoffe, und verlassen gleichfalls ihre Stelle. Auf diese Art gelangt ein Theilchen nach dem anderen zu der Quelle der Wärme, folglich wird das Ganze in kurzer Zeit erhitzt, und der Wärmestoff wird fast auf ein Mal, auf eine ungleich größere Weite, in dem flüssigen Körper fortgeleitet, als in irgend einem festen Körper. Die flüssigen Substanzen besitzen demnach die Eigenschaft, den Wärmestoff fortzuführen, oder weiter zu bringen (have the property of carrying or transporting caloric); zufolge dieses Vermögen, werden sie unabhängig von einer leitenden Kraft erwärmt.

9. Das fortführende Vermögen der Flüssigkeiten hat Graf Rumford zuerst genau untersucht. Da dieser sinnreiche Naturforscher zum erstenmal diese Eigenschaft wahrnahm, so vermuthete er, daß durch sie allein die Flüssigkeiten erwärmt würden, und daß ihnen das Vermögen, den Wärmestoff zu leiten, gänzlich fehle. Bei einer Reihe von Versuchen über die Mittheilung der Wärme, bediente er sich Thermometer von ungewöhnlicher Größe. Da er eines derselben (dessen Kugel beinahe 4 Zoll im Durchmesser hatte) das mit Alkohol gefüllt war, einer so großen Hitze ausgesetzt hatte, als es nur auszuhalten vermochte, so stellte er es nachmals auf das Fenster zum Abkühlen. Von ungefähr schien die Sonne auf dasselbe, und einige Theilchen Staub, die zufällig mit dem Alkohol vermischt worden waren, wurden dadurch erleuchtet und sichtbar. Sie setzten den Beobachter in den

Stand zu bemerken, daß die in der Röhre des Thermometers enthaltene Flüssigkeit, sich in einer sehr heftigen Bewegung befinde, und sich zu gleicher Zeit schnell in entgegengesetzten Richtungen nach oben und nach unten bewege. Der aufwärtssteigende Strom befand sich in der Achse, der unterwärts sinkende nahm die Seiten der Röhre ein. Wurden die Seiten der Röhre durch Eis abgekühlt, so wurde die Schnelligkeit beider Ströme ausnehmend vermehrt. Die Schnelligkeit der Flüssigkeit nahm ab, sowie die Flüssigkeit erkaltete, und hörte gänzlich auf, wenn sie die Temperatur des Zimmers angenommen hatte. Der Versuch wurde mit Leinbl wiederholt, und der Erfolg war genau derselbe. Diese Ströme wurden offenbar durch die Theilchen der Flüssigkeit, die sich einzeln den Theilen der Röhre näherten, und dort ihren Wärmestoff abgaben, hervorgebracht. In dem Augenblicke, da dieses erfolgte, wurde ihr specifisches Gewicht vermehrt; sie sanken zu Boden, und trieben die wärmeren Theile der Flüssigkeit in die Höhe, die demnach längs der Achse der Röhre emporsteigen mußten. Sowie diese den höchsten Punkt in der Röhre erreicht hatten, gaben sie einen Theil ihres Wärmestoffes ab, wurden schwerer, und sanken gleichfalls zu Boden.

Da diese innern Bewegungen der Flüssigkeiten nur dann bemerkt werden können, wenn man mit ihnen Körper von demselben specifischen Gewichte vermischt, und da es schwerlich eine Substanz von demselben specifischen Gewichte, wie das Wasser, giebt, die nicht in demselben auflöslich wäre, so bediente sich Graf Rumford folgendes sinnreichen Verfahrens, um auszumitteln, ob diese Flüssigkeit dasselbe Gesetz befolge. Das specifische Gewicht des Wassers wird ausneh-

menb vermehrt, wenn irgend ein Salz in demselben aufgelöst wird; er setzte dem Wasser soviel Kali zu, bis das spezifische Gewicht desselben genau mit dem des Bernsteins, der nur wenig schwerer, als reines Wasser ist, übereinstimmte. Hierauf mischte er gestoßenen Bernstein mit dieser Auflösung, schüttete die Mischung in eine Glaskugel mit einem langen Halse, und bemerkte, da er sie erhitze, und hernach wieder erkalten ließ, genau dieselben Erscheinungen, welche oben beschrieben worden sind. Eine Veränderung in der Temperatur welche nur wenige Grade betrug, brachte die strömende Bewegung hervor, ja es war hinreichend, um dieselbe zu bewirken, einen erwärmten oder kalten Körper irgend einem Theile des Gefäßes zu nähern. Näherte man einen heißen Körper, so erhoben sich diejenigen Theile der Flüssigkeit, welche demselben am nächsten waren. Bei Berührung mit einem kalten Körper senkten sie sich herab.

Diese Beobachtungen führten den Grafen Rumford zu der Untersuchung, ob nicht das Erwärmen und Erkalten der Körper beträchtlich, durch alles das, zurückgehalten werde, was die Flüssigkeit derselben vermindert. Er nahm ein Leinöl-Thermometer von beträchtlicher Größe mit einer kupfernen Kugel und gläsernen Röhre. Die Kugel wurde in die Mitte eines kupfernen Cylinders gebracht, so, daß der Umfang des Cylinders von den Seitenwänden der Kugel genau um 0,25175 Zoll rund herum abstand. Das Thermometer wurde in dieser Lage durch vier hölzerne Stifte, die von den Außenseiten und vom Boden des Cylinders hervorragten, so wie dadurch erhalten, daß die Röhre desselben durch den Korkstöpsel, mit welchem der Cylinder verschlossen war, hindurchging. Der Cylinder wurde mit reinem Wasser ange-

fällt, und hierauf in schmelzenden Schnee eingetaucht, bis das Thermometer auf  $52^{\circ}$  fiel; alsdann brachte man es unmittelbar in ein Gefäß mit kochendem Wasser. Das Thermometer stieg in einer Zeit von 597 Sekunden von  $32^{\circ}$  bis auf  $200^{\circ}$ . Es ist einleuchtend, daß bei der beschriebenen Vorrichtung aller Wärmestoff, welcher das Thermometer zum Steigen brachte, seinen Weg durch das im Cylinder befindliche Wasser nehmen mußte. Der Versuch wurde genau auf dieselbe Art wiederholt, nur mit dem Unterschiede, daß mit dem im Cylinder befindlichen Wasser, welches 2276 Gran wog, 192 Gran Stärke gekocht wurden, wodurch die Flüssigkeit desselben beträchtlich vermindert wurde. Jetzt brauchte das Thermometer 1109 Sekunden, um von  $32^{\circ}$  bis  $200^{\circ}$  zu steigen. Derselbe Versuch wurde mit eben der Menge reinen Wassers wiederholt, mit denen 192 Gran Eiberdaunen vermischt worden waren. Letztere dienten bloß dazu, die Bewegung der Theilchen zu erschweren. Bei einem anderen Versuche wurde der Cylinder mit Aepfelmusch angefüllt. Folgende Tabelle enthält die Resultate aller dieser Versuche:

Zeit, welche verstrich, ehe der Wärmestoff in das Thermometer überging.

Temperatur.	Durch Wasser u. Stärke.	Durch Wasser und Eiberdaunen.	Durch Aepfelmusch.	Durch reines Wasser.
Das Thermometer stieg von $32^{\circ}$ auf $200^{\circ}$ in	Sekunden. 1109	Sekunden. 949	Sekunden. 1096½	Sekunden. 597
Das Thermometer stieg um $80^{\circ}$ nemlich von $80^{\circ}$ auf $160^{\circ}$ in	341	269	335	172

Zeit, welche der Wärmestoff brauchte, um das Thermometer zu verlassen.

Temperatur.	Durch Wasser u. Stärke.	Durch Wasser und Eiderdaunen.	Durch Aespfelnuß.	Durch reines Wasser.
Das Thermometer fiel von 200° auf 40° in	Sekunden. 1548	Sekunden. 1541	Sekunden. 1749½	Sekunden. 1032
Das Thermometer fiel 80°, nämlich von 160° auf 80° in	468	460	520	277

Durch die Stärke und Eiderdaunen wurde die Flüssigkeit des Wassers vermindert. Es folgt also aus diesen Versuchen, daß, jemehr die inneren Bewegungen einer Flüssigkeit erschwert werden, eine um so längere Zeit verstreiche, ehe dieselbe eine gegebene Temperatur annimmt.

Wenn man demnach eine Flüssigkeit erwärmt, so erhält sie in den gewöhnlichen Fällen den größten Theil ihrer Temperatur durch ihr fortführendes Vermögen. Sind Flüssigkeiten daher Leiter, so ist doch ihre leitende Kraft im Vergleich mit der fortführenden nur sehr gering.

Alle Flüssigkeiten besitzen aber überdieß das Vermögen, den Wärmestoff zu leiten; denn wenn die Quelle der Wärme auf ihrer Oberfläche angebracht wird, so bewegt sich der Wärmestoff allmählig unterwärts, und die Temperatur jeder Schichte nimmt nach und nach von der Oberfläche gegen den Boden der Flüssigkeit ab. In diesem Falle rührt die Zunahme der Temperatur keinesweges von der fortführenden Kraft der Flüssigkeit her. Vermöge dieser, kann sich zwar der Wärmestoff durch die Flüssigkeit in die

Höhe bewegen, nie aber unterwärts. Die Flüssigkeiten sind demnach Leiter für die Wärme.

Der Graf Rumford hat übrigens ganz verschiedene Schlüsse aus seinen Versuchen gezogen. Er befestigte eine Scheibe Eis auf dem Boden eines gläsernen Gefäßes, und bedeckte sie  $\frac{1}{2}$  Zoll hoch mit kaltem Wasser. Auf dieses wurde langsam eine beträchtliche Menge kochendes Wasser gegossen. Wäre nun Wasser ein Nichtleiter, so würde kein Wärmestoff durch kaltes Wasser hindurchgehen, und folglich kein Theil des Eises geschmolzen werden. Das Schmelzen des Eises diente demnach zu bestimmen, ob das Wasser ein Leiter sey, oder nicht. In zwei Stunden war ungefähr die Hälfte des Eises geschmolzen. Dieses scheint auf den ersten Anblick ein entschiedener Beweis dafür zu seyn, daß das Wasser ein Leiter ist. Allein Rumford versuchte auf eine sehr sinnreiche Art, das Schmelzen des Eises zu erklären, ohne daß es nöthig war (wie er sagt) seine Theorie, daß Flüssigkeiten Nichtleiter sind, aufzugeben.

Es ist allgemein bekannt, daß das specifische Gewicht des Wassers bei einer Temperatur von  $40^{\circ}$  ein Maximum ist. Wird es über  $40^{\circ}$  erhitzt, oder unter  $40^{\circ}$  erkaltet, so nimmt seine Dichtigkeit ab. Da nun die Temperatur des Wassers, das mit dem Eise in Berührung war,  $32^{\circ}$  betrug, so ist es einleuchtend, daß wenn ein Theil des heißen Wassers bis zu  $40^{\circ}$  erkaltet wird, es herabsinken, das Wasser, dessen Temperatur  $32^{\circ}$  ist, aus der Stelle verdrängen, mit dem Eise in Berührung kommen, mithin dasselbe schmelzen muß. Der Scharfsinn des Grafen, der ihn nie verläßt, setzte ihn in den Stand, vollkommen zu beweisen, daß das Eis in diesem Versuche vollständig auf die beschriebene Art geschmolzen wer-

de; denn wenn er das Eis theilweise mit Stückchen Holz bedeckte, so schmolz derjenige Theil, der vom Holze beschattet wurde, nicht. Bedeckte er das ganze Stück Eis mit einer dünnen Zinnplatte, die ein zirkelförmiges Loch in der Mitte hatte, so schmolz genau derjenige Theil des Eises, der unter der Oeffnung der Platte lag. Durch diese Thatsachen glaubte er sich zu der Folgerung berechtigt, daß das Eis durch herabsteigende Ströme des Wassers geschmolzen wäre.

Das, was zu beweisen ist, ist keinesweges, ob es unter diesen Umständen herabsteigende Ströme gebe, sondern ob das Wasser ein Leiter oder Nichtleiter der Wärme sey. Wäre das Wasser ein Nichtleiter, so frage ich, wie das heiße Wasser bis zu der Temperatur von  $40^{\circ}$  erkaltet werden konnte? Auf der Oberfläche konnte dieses nicht geschehen, denn Rumford bemerkt, daß an diesem Orte die Temperatur nie weniger als  $108^{\circ}$  betragen habe: auch nicht an den Seiten des Gefäßes, denn in dem einen Versuche befand sich der herabsteigende Strom genau in der Achse, und es folgt aus dem Versuche mit dem Stückchen Holz unwiderleglich, daß die herabsteigenden Ströme gleichförmig jeden Theil der Oberfläche des Eises trafen; welches unmöglich hätte geschehen können, wenn diese Ströme durch die Seitenwände des Gefäßes abgekühlt worden wären. Das heiße Wasser muß demnach durch das darunter liegende kalte abgekühlt worden seyn, folglich muß es dem kalten Wasser Wärmestoff mitgetheilt haben. Ist aber dieses der Fall, so kann ein Theilchen Wasser von dem andern Wärmestoff absorbiren: d. h. mit anderen Worten, das Wasser ist ein Leiter des Wärmestoffes.

Nachdem das heiße Wasser eine Stunde über dem Eise gestanden hatte, so war seine Temperatur folgende:

Auf der Oberfläche des Eises	40°
Ein Zoll über dem Eise	80°
Zwei Zoll	118°
Drei Zoll	128°
Vier Zoll	130°
Sieben Zoll	131°.

Wie wäre es möglich, diese stufenweise Verminderung der Temperatur, so wie man sich dem Eise nähert, zu erklären, wenn das Wasser ein Nichtleiter wäre? Man könnte sagen, das Wasser ströme auf seiner Oberfläche Wärmestoff aus, sinke hinunter, wo sich die Theilchen desselben nach ihrem specifischen Gewichte anordnen. Wäre dieses der Fall, wie käme es, daß nur ein Grad Unterschied in der Temperatur bei 4 und 7 Zoll über der Oberfläche des Eises statt fände? Man sieht hieraus, daß Rumford's Versuche, weit entfernt zu beweisen, daß das Wasser ein Nichtleiter sey, vielmehr die Voraussetzung begünstigen, daß es den Wärmestoff leite.

Rumford versuchte auf folgende Art, ob Del und Quecksilber Leiter der Wärme sind. Wird in einer gläsernen Flasche Wasser durch eine kaltmachende Mischung zum Gefrieren gebracht, so bildet sich das Eis zuerst an den Seiten, und nimmt nach und nach an Dicke zu. Das Wasser, welches sich in der Achse des Gefäßes befindet, und am längsten seine Flüssigkeit beibehält, wird durch die Ausdehnung des Eises zusammengedrückt, aufwärts getrieben, und bildet, wenn die ganze Masse gefroren ist, in der Mitte ein Hügelchen, das zuweilen einen halben Zoll über die Oberfläche des übrigen Eises hervorragt. Auf Eis, das auf die angegebene Art gefroren war, schüttete Rumford soviel Baumöl, daß er vor-

her bis auf  $32^{\circ}$  erkaltet hatte, daß es 3 Zoll hoch über dem Eise stand. Das Gefäß war so weit, als das Eis reichte, mit einer Mischung von gestoßenem Eise und Wasser umgeben. Ein massiver Cylinder aus Schmiedeeisen, der 1,25 Zoll im Durchmesser und 12 Zoll in der Länge hatte, und zu dem ein Futteral aus dickem Pappiere verfertigt war, wurde in kochendem Wasser bis zu einer Temperatur von  $210^{\circ}$  erhitzt, und schnell in das Futteral gesteckt. Man hatte ihn vorher an der Decke des Zimmers so befestigt, daß man ihn bequem hinaufziehen und herunterlassen konnte. Man ließ ihn allmählig in das Del herab, bis die untere Fläche des heißen Eisens, die genau über dem höchsten Punkte des vorher erwähnten Eishügelchens stand, von diesem etwa nur  $\frac{2}{10}$  Zoll entfernt war. Das Ende des Futterals ragte  $\frac{1}{10}$  Zoll über die untere Fläche des heißen metallischen Cylinders hervor. Wäre nun das Baumöl ein Leiter, so hätte der aus dem Cylinder strömende Wärmestoff durch dasselbe hindurchgehen, und das Eis schmelzen müssen. Es wurde aber von dem Eise nichts geschmolzen, und wenn statt des Baumöls Quecksilber genommen wurde, so war das Resultat genau dasselbe \*).

Aus diesen Versuchen schließt Rumford, daß weder das Del noch das Quecksilber im Stande sey, den Wärmestoff zu leiten. Allein der Versuch ist in keinem Falle genau genug, um die streitige Frage zu entscheiden. Stellt man an die Stelle des Eishügelchens ein Thermometer, so steigt es, wie ich mich durch Versuche überzeugt habe, stets um einige Grade; folglich verbreitete sich auch in diesem Falle der Wärmestoff abwärts. Der Versuch ist mithin der Voraus-

\*) Rumford Essay VII. Part. II. chap. 1.

setzung, daß diese Flüssigkeiten Leiter der Wärme sind, günstig.

Rumford's Versuche beweisen demnach keinesweges den Satz, daß die Flüssigkeiten Nichtleiter sind, sondern vielmehr das Gegentheil. Ich überzeugte mich überdies durch folgenden bestimmten Versuch von der leitenden Eigenschaft derselben.

Ich füllte mit der zu prüfenden Flüssigkeit ein gläsernes Gefäß bis zur Hälfte, und übergoss sie mit einer heißen Flüssigkeit von geringerem specifischen Gewichte. Auf der Oberfläche, im Mittelpunkte, und auf dem Boden der kalten Flüssigkeit, waren Thermometer angebracht; stiegen diese, so folgte unwiderleglich, daß die Flüssigkeit ein Leiter sey, weil in diesem Falle sich der Wärmestoff unterwärts bewegte. Das Thermometer an der Oberfläche fing unmittelbar an zu steigen, ihm folgte das Thermometer in der Mitte, und zuletzt stieg das auf dem Boden befindliche. Das erste erhob sich zu  $118^{\circ}$ , das zweite zu  $90^{\circ}$ , das dritte zu  $86^{\circ}$ . Das erste erreichte sein Maximum in einer Minute, das zweite in 15 Minuten, das dritte in 25 Minuten. Die leitende Kraft des Wassers wurde auf ähnliche Art versucht, nur wurde dieses mit heißem Del übergossen. Um völlig genaue Resultate zu erhalten, müssen die Versuche mit größter Vorsicht angestellt werden. Wegen der hierbei zu beobachtenden Vorsicht verweise ich auf Nicholson's Journal \*), wo ich sie ausführlich beschrieben habe.

Diese Versuche sind seitdem von Murray durch einen äußerst scharfsinnigen und überzeugenden Versuch bestätigt

---

\*) Nicholson's Jour. IV, 529.

worden. Um jeden Verdacht zu entfernen, daß das Gefäß Wärmestoff zuführen könne, bediente er sich eines Behältnisses von Eis, das unfähig ist einen höhern Grad von Wärme als die von  $32^{\circ}$  zuzuleiten. In diesem Gefäße stellte er die Versuche auf die von mir beschriebene Art an, und erhielt dieselben Resultate. Das Thermometer stieg jedesmal, so wie der Oberfläche derjenigen Flüssigkeit, welche dasselbe umgab, ein heißer Körper genähert wurde (\*\*). Dalton hat gleichfalls kürzlich eine Reihe von Versuchen bekannt gemacht, die sehr viel Aehnlichkeit mit den meinigen haben, und zu denselben Folgerungen führen. Aus den Nachrichten, die er seiner Abhandlung beigefügt hat, sieht man, daß er sie zu der nemlichen Zeit, da ich mit der Bekanntmachung der meinigen beschäftigt war, angestellt, und eine Nachricht davon der Gesellschaft zu Manchester mitgetheilt habe: durch den Druck sind sie erst 2 Jahre später bekannt geworden (\*\*).

Die flüssigen Substanzen sind demnach, so weit unsere Versuche reichen, eben so wohl Leiter des Wärmestoffes, als die festen; man muß also alle Körper, die wir kennen, für Leiter des Wärmestoffes halten.

Relatives leitendes Vermögen der Körper. Nimmt man eine eiserne Stange und einen Stein von derselben Ausdehnung, und legt man das eine Ende von jedem in das Feuer, so findet man, daß ein an dem anderen Ende des Eisens befindliches Thermometer weit früher zu steigen anfängt, als ein an dem andern Ende des Steines angebrachtes. Es leiten also nicht alle

---

\*\*\*) Nicholson's Jour. 8vo. I.

\*\*\*\*) Manchester Memoirs V.

Körper den Wärmestoff mit derselben Schnelligkeit und Leichtigkeit. Diejenigen Körper, durch welche er mit Leichtigkeit hindurchgeht, werden gute Leiter, diejenigen hingegen, durch welche er mit Schwierigkeit hindurchgeht, schlechte Leiter genannt.

Man hat bis jetzt zu wenig Versuche angestellt, um mit Genauigkeit bestimmen zu können, in welchem Grade die verschiedenen Körper den Wärmestoff leiten. Dessen ungeachtet ist der Gegenstand von sehr großer Wichtigkeit, und verdient die genaueste Untersuchung.

Der Me- Unter allen bisher bekannten Körpern sind die  
talle. Metalle die besten Leiter: doch findet in Ansehung der leitenden Kraft bei ihnen ein Unterschied statt. Ingen- h o u ß ließ sich Cylinder aus verschiedenen Metallen genau von derselben Größe verfertigen, überzog sie mit Wachs, tauchte ihre Enden in heißes Wasser, und schloß aus der Länge des abgeschmolzenen Wachsüberzuges auf die leitende Eigenschaft derselben. Nach diesen Versuchen bestimmte er folgendermaßen die Ordnung der Metalle, in Ansehung des Vermögens, den Wärmestoff zu leiten \*).

Silber.

Gold.

Kupfer } beinahe gleich.  
Zinn }

Platin }  
Eisen } stehen den übrigen in Ansehung des Vermö-  
Stahl } gens den Wärmestoff zu leiten, weit nach.  
Blei }

\*) Jour. de Phys. 1789. p. 68.

Der Steine. Nächst den Metallen scheinen die Steine die besten Leiter zu seyn; doch fällt diese Eigenschaft bei verschiedenen Steinen sehr verschieden aus. Ziegelsteine sind ungleich schlechtere Leiter, als die meisten anderen Steine.

Des Glases. Das Glas scheint in Rücksicht der leitenden Eigenschaft, sich wenig von den Steinen zu unterscheiden. Es ist eben so, wie diese, ein schlechter Leiter. Dieß ist der Grund, warum es so leicht springt, wenn es stark erwärmt oder abgekühlt wird: ein Theil desselben nimmt den Wärmestoff früher an, oder läßt ihn früher fahren, als die übrigen, dehnt oder zieht sich dem gemäß zusammen, und zerstört den Zusammenhang des Ganzen.

Des Holzes. Die nächste Stelle nimmt getrocknetes Holz ein. Meyer \*) hat eine Reihe von Versuchen über das leitende Vermögen einer großen Menge von Holzarten angestellt. Folgende Tabelle enthält das Resultat derselben, wobei zu bemerken ist, daß die leitende Kraft des Wassers gleich 1 gesetzt worden.

Körper.	Leitende Kraft.
Wasser . . . . .	= 1,00.
Diaspyrus ebenum . . . . .	= 2,17.
Pyrus malus . . . . .	= 2,74.
Fraxinus excelsior . . . . .	= 3,08.
Fagus sylvatica . . . . .	= 3,21.
Carpinus betulus . . . . .	= 3,23.
Prunus domestica . . . . .	= 3,25.
Ulmus . . . . .	= 3,25.
Quercus robur pedunculata . . . . .	= 3,26.

\*) Ann. de Chim. XXX, 32.

Körper.	Leitende Kraft.
Pyrus communis . . . . .	= 3,32.
Betula alba . . . . .	= 3,41.
Quercus robur sessilis . . . . .	= 3,63.
Pinus picea . . . . .	= 3,75.
Betula albas . . . . .	= 3,84.
Pinus sylvestris . . . . .	= 3,86.
Pinus abies . . . . .	= 3,89.
Tilea Europaea . . . . .	= 3,90.

Kohle,  
Federn,  
n. f. w. Die Kohle ist gleichfalls ein schlechter Leiter. Nach Morveau's Versuchen \*) verhält sich die leitende Kraft derselben zu der des feinen Sandes wie 2 zu 3. Federn, Seide, Wolle und Haare sind noch schlechtere Leiter, als die bisher angeführten Substanzen. Aus diesem Grunde sind sie vorzüglich geschickt, um zu Kleidungsstücken zu dienen: denn sie verhindern, daß die Wärme des Körpers durch die äußere Luft abgeleitet werde. Graf Rumford hat sehr sinnreiche Versuche über das leitende Vermögen dieser Substanzen angestellt \*\*). Er fand, daß es sich umgekehrt verhalte, wie die Feinheit ihres Gewebes.

Relatives leiten:  
des Vermögen:  
der Flüssigkei:  
ten. Das leitende Vermögen der flüssigen Substanzen ist noch nicht mit Genauigkeit untersucht worden. Ich habe durch Versuche gefunden, daß das relative leitende Vermögen des Quecksilbers, Wassers und Leinöls folgende Ordnung beobachtet.

I. Gleiche

\*) Ann. de Chim. XXVI, 225.

\*\*) Phil. Trans. 1792.

## I. Gleiche Volumina.

$$\text{Wasser} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad = 1,000.$$

$$\text{Quecksilber} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad = 2,000.$$

$$\text{Leinöl} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad = 1,111.$$

## II. Gleiches Gewicht.

$$\text{Wasser} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad = 1,000.$$

$$\text{Quecksilber} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad = 4,800.$$

$$\text{Leinöl} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad = 1,085.$$

Da die Körper den Wärmestoff in Verhältniß ihrer Verwandtschaft zu demselben leiten, so dient die Ungleichheit ihres leitenden Vermögens zu einem Beweise, daß ihre Verwandtschaft zum Wärmestoffe gleichfalls ungleich sey. Es ist wahrscheinlich, daß in allen Fällen die Verwandtschaft der Körper zum Wärmestoffe sich umgekehrt wie ihre leitende Kraft verhalte. Wäre uns demnach das relative leitende Vermögen der Körper bekannt, so würde uns das umgekehrte desselben die Verwandtschaften der Körper zum Wärmestoffe in absoluten Zahlen geben. So ist die Verwandtschaft des

$$\text{Wassers} \quad \cdot \quad = 1 \quad \cdot \quad = 1.$$

$$\text{Quecksilbers} \quad \cdot \quad = \frac{1}{4,8} \quad \cdot \quad = 0,208.$$

$$\text{Leinöls} \quad \cdot \quad = \frac{1}{1,085} \quad \cdot \quad = 0,921.$$

## Dritter Abschnitt.

Von der gleichen Vertheilung der Temperatur.

Im vorigen Abschnitte wurde gezeigt, daß sich der Wärmestoff, wiewohl mit verschiedenen Graden der Leichtigkeit, durch alle Körper bewegen könne. Die Folge von dieser Eigenschaft ist ein Bestreben, sich durch alle Körper, die mit einander in Gemeinschaft sind, so zu vertheilen, daß das Thermometer für alle dieselbe Temperatur anzeigt.

Körper die in  
Gemeinschaft  
stehen, nehmen  
dieselbe Tempera-  
tur an.

1. Man kann nach Belieben die Temperatur der Körper erhöhen, wenn man sie der Einwirkung unseres gewöhnlichen künstlichen Feuers aussetzt. Wird eine eiserne Stange lange genug in ein gewöhnliches Feuer gelegt, so wird sie glühend, nimmt man sie hingegen heraus, so behält sie bei dem Zutritte der Luft nicht die Temperatur, welche sie angenommen hatte, sondern wird nach und nach kälter, bis sie sich die Temperatur der in der Nachbarschaft befindlichen Körper angeeignet hat. Wird auf der andern Seite die eiserne Stange dadurch erkaltet, daß man sie einige Zeit mit Schnee bedeckt, und dann in ein warmes Zimmer gebracht; so behält sie diese niedrige Temperatur nicht, sondern wird nach und nach heißer, bis sie die Temperatur des Zimmers angenommen hat. Aus den angeführten Erfahrungen ersieht man, daß kein Körper, der von kälteren umgeben ist, seine hohe Temperatur beibehalten könne, so wie keiner seine niedere Temperatur beibehält, der mit wärmeren Körpern in Gemeinschaft ist. Ungeachtet der Wärmestoff anfänglich mit den Körpern ver-

bunden war, so vertheilt er sich doch allmählich auf eine solche Art, daß alle mit dem erwärmten Körper in Gemeinschaft stehende Substanzen, wenn sie mit dem Thermometer untersucht werden, dieselbe Temperatur zeigen. Nach Verschiedenheit der Größe und Beschaffenheit des Körpers erfolgen diese Veränderungen nach einem längeren oder kürzeren Zeitraume, sie finden endlich aber immer statt.

Dieses Gesetz ist allgemein bekannt. Will man einen Gegenstand erwärmen, so nähert man ihn dem Feuer, will man ihn abkühlen, so umgiebt man ihn mit kalten Körpern. In letzterem Falle geht der Wärmestoff nicht verloren, sondern wird nur gleichförmig durch die Körper vertheilt. Vermischt man eine gewisse Anzahl Substanzen, von denen einige kalt, die anderen warm sind, mit einander, so nehmen sie alle dieselbe Temperatur an, und diese neue Temperatur ist das Mittel aller der Temperaturen, welche die Substanzen zuerst hatten. Die kälteren werden heißer, umgekehrt die wärmeren kälter. Diese Eigenschaft des Wärmestoffes ist von den Naturforschern das Gleichgewicht des Wärmestoffes genannt worden, mir scheint es schicklicher zu seyn, sie die gleichförmige Vertheilung der Temperatur zu nennen.

2. Der Wärmestoff, welcher die heißen Körper verläßt, um diese Gleichheit der Temperatur hervorzubringen, wird zum Theil von den benachbarten Körpern fortgeleitet, zum Theil strahlt er aus der Oberfläche der festen Körper aus.

Daß der Wärmestoff von den benachbarten Körpern geleitet wird, ergiebt sich aus diesem Umstande, daß die Zeit, in welcher heiße Körper erkalten, sehr von der Beschaffenheit der kalten Körper, welche ihn umgeben, abhängt. Ein in

der Luft aufgehängtes Eisen braucht weit längere Zeit, um zu erkalten, als wenn es in Wasser von derselben Temperatur getaucht wird.

Der Wärmestoff 3. Daß der Wärmestoff von den Oberflächen strahlt aus den Körpern aus. der Körper ausgestrahlt werde, ergiebt sich unwidersprechlich aus den Versuchen, welche in dem ersten Abschnitte dieses Kapitels beschrieben worden sind. Dieses muß demnach eine Ursache ihres Abkühlens seyn. In welchem Verhältnisse aber der ausgestrahlte Wärmestoff zu den geleiteten Körpern stehe, muß durch Versuche näher ausgemittelt werden.

und wird von demselben geleitet. 4. Daß das Ausstrahlen nicht die einzige Ursache des Erkaltens heißer Körper sey, ist durch Dicter's Versuche \*) dargethan worden, wodurch er zeigte, daß ein heißer Körper im leeren Raume der Luftpumpe langsamer erkälte, als in der freien Luft. Eben so hat Rumford \*\*) gezeigt, daß das Abkühlen noch weit langsamer in der Toricellischen Leere erfolge. Dadurch nun, daß ein Körper in einen luftleeren Raum gebracht wird, kann das Ausstrahlen des Wärmestoffs nicht vermindert werden, obwohl verhindert wird, daß ihm nicht durch Ableiten die gehörige Menge Wärmestoff geraubt werde.

Gesetz von Kraft und Richmann. 5. Aus den Versuchen von Kraft und Richmann \*\*\*) , die mit großer Genauigkeit mit vielen Körpern angestellt worden, läßt sich nachstehende allgemeine Folgerung ziehen, die alles das, was bis jetzt über

\*) Sur le Feu, chap. I.

\*\*) Phil. Trans. 1786.

\*\*\*) Nov. Comm. Petrop. I. 195.

das Erwärmen und Abkühlen der Körper bekannt gemacht worden ist, in sich faßt.

Wird ein Körper in einem Medium, dessen Temperatur von der seinigen verschieden ist, aufgehängt, so vermindert sich der Unterschied zwischen der Temperatur des Körpers und des Mediums in einem geometrischen Verhältnisse, während die Zeit in einem arithmetischen Verhältnisse zunimmt.

Dieses Gesetz ist zuerst von Newton angegeben worden, der mit Hilfe desselben verschiedene Temperaturen berechnet hat, welche diejenigen übersteigen, die von den Skalen der Thermometer angegeben werden.

Das Abkühlen erwärmter Körper hängt sehr viel von ihrer Güte als Leiter der Wärme ab. Schlechte Leiter erkalten weit langsamer, als gute. Erhitzt man Quecksilber mit Wasser bis zu demselben Grade, und versetzt man sie in dieselben Umstände, so erkaltet das Quecksilber mehr als doppelt so schnell, als das Wasser. Im Allgemeinen verhält sich die Zeit des Abkühlens, wenn alle übrigen Umstände gleich sind, beinahe umgekehrt wie das leitende Vermögen der Flüssigkeiten.

Versuche um  
das Gleichge-  
wicht der Wär-  
me zu erklären.

7. Sowie man die Bemerkung gemacht hatte, daß benachbarte Körper dieselbe Temperatur annehmen, so versuchten die Naturforscher mehrere Erklärungen dieser Erscheinung. *Mairan* und andere Naturforscher, welche in den ersten Jahren des achtzehnten Jahrhunderts lebten, nahmen an, daß der Wärmestoff eine Flüssigkeit sey, die alle Räume durchdringe, und daß die Körper in ihm ohne irgend eine Verwandtschaft gegen denselben

zu haben, wie der Schwamm im Wasser schwimmen. Die Folge von allem diesem, war ein beständiges Bestreben, eine gleichförmige Dichtigkeit des Wärmestoffes hervorzubringen. Wird demnach derselbe in einem Körper angehäuft, so muß er ausfließen; ist zu wenig in ihm befindlich, so muß so lange Wärmestoff zufließen, bis die Gleichheit der Dichtigkeit hergestellt ist.

Diese Hypothese ist mit der Erscheinung, welche sie erklären soll, ganz unverträglich: wäre sie richtig, so müßten alle Körper mit derselben Leichtigkeit erwärmt und abgekühlt werden können, und die Hitze müßte in dem Brennpunkte eines Brennglases eben so lange anhalten, als in einer goldenen Kugel von demselben Durchmesser. Sie ist gleichfalls mit der Natur des Wärmestoffes übereinstimmend, welcher, wie in dem ersten Abschnitte dieses Kapitels gezeigt worden ist, eine von *Mairan's* hypothetischer Flüssigkeit sehr verschiedene Substanz ist.

Hypothese von 8. *Pictet* gab eine andere und zugleich *Pictet.* scharfsinnigere Erklärung von der gleichförmigen Vertheilung der Temperatur. Nach diesem Naturforscher wird, wenn der Wärmestoff in einem Körper angehäuft wird, dadurch, daß die Entfernung zwischen den Theilchen desselben abnimmt, die abstoßende Kraft unter ihnen vermehrt. Demzufolge stoßen sie einander ab, entfliehen nach allen Richtungen, und fahren fort sich zu trennen, bis der Wärmestoff anderer Körper, der mit ihnen von derselben relativen Dichte ist, indem er sie seinerseits abstößt, sie nöthigt, in der Lage zu bleiben, in welcher sie sich befinden. Die gleichförmige Vertheilung der Temperatur hängt demnach davon ab, daß sich zwei entgegengesetzte Kräfte in das Gleichgewicht setzen. Eine

dieser Kräfte ist die Abstoßung der Theilchen des Wärmestoffes in demjenigen Körper, welcher strebt, seine Temperatur zu vermindern. Die andere dieser Kräfte ist die Repulsionskraft zwischen dem Wärmestoff des Körpers und dem umgebenden Wärmestoffe, welcher strebt, die Temperatur zu erhöhen. Ist die erste Kraft größer als die zweite, welches der Fall ist, wenn die Temperatur des Körpers höher ist, als die der umgebenden Körper, so entweicht der Wärmestoff, und die Temperatur des Körpers wird niedriger. Ist die letzte Kraft größer als die erste, welches sich dann ereignet, wenn ein Körper kälter ist als diejenigen, welche ihn umgeben, so werden die Theilchen des Wärmestoffes genöthigt, sich einander mehr zu nähern, es dringt neuer Wärmestoff ein, um den Raum, welchen jene verlassen haben, auszufüllen, und der Körper wird heiß. Sind beide Kräfte gleich, so sagt man, daß die Körper von derselben Temperatur sind, und es findet keine Veränderung statt \*).

So sinreich diese Theorie ist, so widersprechen ihr dennoch die Erscheinungen, welche beim Erwärmen und Abkühlen der Körper wahrgenommen werden, und der scharfsinnige Verfasser hat sie daher selbst aufgegeben.

Von Prevost. 9. Diejenige Meinung, die jetzt am meisten herrschend ist, und welche die, bei dem Wärmestoffe vorkommenden Erscheinungen am befriedigendsten erklärt, ist die von Prevost. Er machte sie zuerst, ihren Hauptsätzen nach, im Journal de Physique vom Jahre 1791 bekannt, und trug sie nachmals ausführlicher in seinen Recherches sur la Chaleur, Geneve 1792 vor. Sie wurde

---

\*) Pictet sur le Feu, chap. L.

halb darauf von Pictet angenommen \*), und ist kürzlich von Prevost dazu angewandt worden, um die Versuche von Herschel und Pictet \*\*) zu erklären. Nach ihm ist der Wärmestoff eine diskrete Flüssigkeit, von der im freien Zustande sich jedes Theilchen mit einer ungeheuren Geschwindigkeit bewegt. Erwärmte Körper senden Wärmestrahlen nach allen Richtungen aus; allein die Theilchen derselben liegen so entfernt von einander, daß so wie bei dem Lichte mehrere Ströme einander durchkreuzen können, ohne sich wechselseitig zu stören. Hieraus folgt ungezwungen, daß wenn man zwei benachbarte Räume, in welchen der Wärmestoff angehäuft ist, annimmt, zwischen ihnen ein ununterbrochener Wechsel des Wärmestoffes statt haben müsse. Ist er in beiden in gleicher Menge vorhanden, so wird jeder auf der einen Seite so viel gewinnen, als er auf der anderen Seite verliert, und die Temperatur wird dieselbe bleiben. Enthält der eine mehr Wärmestoff als der andere, so wird die Auswechslung ungleich seyn, und bei einer ununterbrochenen Wiederholung dieser Ungleichheit muß das Gleichgewicht der Temperatur zwischen ihnen hergestellt werden.

Denkt man sich einen Körper in ein Medium versetzt, welches heißer als er selbst ist, und die Temperatur dieses Mediums beständig; so kann man sich den Wärmestoff desselben als aus zwei Antheilen bestehend vorstellen; der eine derselben ist der Temperatur des Körpers, der andere der Differenz gleich, welche zwischen der Temperatur des Körpers und des Mediums statt findet. Den ersten Antheil kann man ganz

\*) Biblioth. Brittan. IV, 30.

\*\*) Phil. Trans. 1802. P. 405.

außer Acht lassen, da die Ausstrahlungen des Körpers, dem feinigem das Gleichgewicht halten. Der Ueberschuß allein muß in Betracht gezogen werden, und in Verhältniß gegen diesen kann der Körper als absolut kalt, oder, als wenn er gar keinen Wärmestoff enthielte, betrachtet werden. Nimmt man an, daß der Körper von diesem Ueberschusse  $\frac{1}{10}$  in einer Sekunde erhalte, so wird nach Verlauf der ersten Sekunde der Ueberschuß nur noch  $\frac{9}{10}$  betragen. Von diesem Rückstande wird in der nächst folgenden Sekunde wiederum  $\frac{1}{10}$  in den Körper übergehen, und der Ueberschuß wird auf  $\frac{81}{100}$  von  $\frac{9}{10}$  oder  $(\frac{9}{10})^2$  zurückgeführt werden. Nach Verlauf der dritten Sekunde wird der Ueberschuß  $(\frac{9}{10})^3$ , nach Verlauf der vierten  $(\frac{9}{10})^4$  und so fort, betragen; so, daß wenn die Zeit in einem arithmetischen Verhältnisse zunimmt, der Ueberschuß in einem geometrischen Verhältnisse vermindert wird, genau so wie es Richmann's Regel angiebt.

Dies ist ein kurzer Abriß von Prevost's Theorie. Sie gründet sich gänzlich auf das Ausstrahlen des Wärmestoffes, und läßt die Wirkung, welche das leitende Vermögen der Körper hervorbringen muß, ganz außer Acht. Die Wirklichkeit des Ausstrahlens des Wärmestoffes kann nicht bezweifelt werden, und es ist ausnehmend wahrscheinlich, daß die gleichförmige Vertheilung der Temperatur eine Folge davon sey. Würde der Wärmestoff nur allein geleitet, so würde die Verbreitung desselben äußerst langsam erfolgen, und es würde eine absolute Gleichheit der Temperatur kaum zu erreichen seyn. Zu gleicher Zeit muß man einräumen, daß diese Eigenschaft der Körper einen beträchtlichen Einfluß auf die Bestimmung der Zeit hat, welche verfließt, bis die Temperatur benachbarter Körper völlig gleich wird. In so

fern Prevost's Hypothese diesen Umstand übersteht, der offenbar von der Verwandtschaft zwischen dem Wärmestoffe und anderen Körpern abhängt, so muß sie als unvollkommen betrachtet werden.

#### Vierter Abschnitt.

##### Von den Wirkungen des Wärmestoffes.

Da in den vorhergehenden Abschnitten von der Natur des Wärmestoffes, und der Art, wie er sich durch die Körper hindurchbewegt und sich unter dieselben vertheilt, gehandelt worden ist, so will ich jetzt die Wirkungen betrachten, die er auf andere Körper hervorbringt, indem er sich entweder mit ihnen verbindet, oder von ihnen trennt. Die Kenntniß dieser Wirkungen wird von der größten Wichtigkeit seyn, theils weil sie uns in Stand setzt, in chemischer Rücksicht die größten Wirkungen auf die Naturkörper hervorzubringen, theils weil wir dadurch die wichtigsten Erscheinungen zu begreifen und zu erklären im Stande sind. Die Wirkungen, welche der Wärmestoff in den Körpern hervorbringt, lassen sich unter drei Gesichtspunkte bringen,

- 1) Veränderungen des Volumens.
- 2) Veränderungen des Zustandes.
- 3) Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der Körper.

Von jeder Art dieser Veränderungen wird besonders gehandelt werden.

## I. Von den Veränderungen des Volumens.

**Ausdehnung.** Es kann als eine allgemeine Regel, gegen die keine bekannte Ausnahme statt findet, angesehen werden, daß jeder Zusatz oder Hinwegnahme von Wärmestoff, eine correspondirende Veränderung in dem Volumen desjenigen Körpers, der einer Veränderung der Temperatur ausgesetzt worden, hervorbringt. Im allgemeinen vermehrt ein Zusatz von Wärmestoff das Volumen der Körper, die Hinwegnahme desselben vermindert es; dieß ist aber nicht allgemein der Fall, ungeachtet die Ausnahmen nicht zahlreich sind. Diese Ausnahmen sind in der That nur auf eine geringe Anzahl der Körper beschränkt, und auch bei diesen sind sie nicht allgemein, sondern finden nur bei gewissen Temperaturen statt; während bei allen übrigen Temperaturen diese Körper beim Erwärmen an Volumen zunehmen, beim Erkalten hingegen sich zusammenziehen. Man kann daher die Ausdehnung als eine der allgemeinsten Wirkungen der Wärme ansehen. Sie ist gewiß eine der wichtigsten, indem sie uns Mittel an die Hand giebt, die andern dadurch zu messen. Ich werde zuerst von den Erscheinungen der Ausdehnung handeln, und dann die Ausnahmen, welche beobachtet worden sind, anführen.

**Ist in verschiedenen Körpern verschieden.** I. Ungeachtet alle Körper durch die Wärme ausgedehnt, und durch die Kälte zusammengezogen werden, und diese Ausdehnung in demselben Körper stets einer gewissen Funktion der hinzugesetzten, oder entzogenen Menge Wärmestoff gleich ist; so hat man doch die absolute Ausdehnung und Zusammenziehung in verschiedenen Körpern ausnehmend verschieden gefunden. Im allgemeinen ist die Ausdehnung der gasförmigen Flüssigkeiten die größte von allen, die der tropfbaaren ist weit geringer, und die der

festen die geringste von allen. Erhitzt man 100 Kubikzoll atmosphärische Luft von  $32^{\circ}$  bis zu  $212^{\circ}$ , so nehmen sie ein Volumen von 137,5 Kubikzollen ein; während dieselbe Vermehrung der Temperatur das Volumen von 100 Kubikzollen Wasser in 104,5 Kubikzoll verwandelt: und 100 Kubikzoll Eisen, die von  $32^{\circ}$  bis zu  $212^{\circ}$  erhitzt werden, nach dieser Veränderung ein Volumen einnehmen, das kaum 100,1 Kubikzoll beträgt. Hieraus sieht man, daß die Ausdehnung der Luft die des Wassers mehr als achtmal, und die Ausdehnung des Wassers die des Eisens 45mal übertrifft.

Ausdehnung der Gasarten. Da eine genaue Kenntniß der Ausdehnung, welche die gasförmigen Körper erleiden, bei chemischen Untersuchungen häufig von großer Wichtigkeit ist, so hat man mehrere Versuche angestellt, um dieselbe auszumitteln; allein erst seit kurzem ist dieses Problem gelöst worden. Die Resultate der Naturforscher waren so mannigfaltig und widersprechend, daß es unmöglich war, eine bestimmte Meinung über diesen Gegenstand zu fassen. Dieß rührte davon her, daß man nicht sorgfältig genug das Wasser von den Gefäßen, in welchen man die Ausdehnung der Gasarten messen wollte, entfernte. Die angewandte Wärme verwandelte einen Theil dieses Wassers in Wasserdampf, dieser verband sich mit dem Gase, und verhinderte die wirklichen Veränderungen des Volumens, welche bei letzterem statt fanden, mit Genauigkeit zu bestimmen. Von diesem Umstande rührt der Unterschied in den Bestimmungen von Deluc, General Roy, Saussure, Divernois u. s. w. her. Glücklicher Weise hat dieses Problem kürzlich die Aufmerksamkeit zweier sehr scharfsinnigen und genauen Naturforscher auf sich gezogen, und ihre Versuche, die mit der erforderlichen Vorsicht

angestellt worden sind, haben dieses Problem gelöst. Die Versuche von Dalton aus Manchester wurden in der naturforschenden Gesellschaft zu Manchester im Oktober 1801 vorgelesen und im Jahre 1802 bekannt gemacht \*). Dalton gebührt demnach die Ehre der Entdeckung des Gesetzes, welchem die gasförmigen Körper bei ihrer Ausdehnung folgen; denn Gay Lussac machte seine Abhandlung über die Ausdehnung der Gasarten mehr als sechs Monate später bekannt \*\*). Dalton's Versuche sind wegen der Einfachheit des Apparats äußerst schätzbar, indem andere Naturforscher dadurch in Stand gesetzt werden, sie ohne Schwierigkeit wiederholen zu können. Sein Apparat besteht aus einer an dem einen Ende offenen Glasröhre, die in gleiche Theile getheilt worden ist; in diese wird, nachdem sie mit Quecksilber gefüllt worden, die zu untersuchende Gasart, die gehörig getrocknet worden, hineingelassen, doch so, daß die Quecksilbersäule noch einen beträchtlichen Theil der Röhre einnimmt; man erwärmt hierauf die Luft, und schätzt die Ausdehnung derselben nach der Menge Quecksilber, welche aus der Röhre herausgedrängt worden ist. Der Versuch von Gay Lussac ist zusammengesetzter, allein nicht weniger genau; und da er seine Versuche mit größeren Massen Luft angestellt hat, so trägt die Uebereinstimmung seiner Resultate mit denen, welche Dalton erhalten hat, sehr viel dazu bei, Vertrauen in die Genauigkeit des letzteren zu setzen.

Es folgt aus den Versuchen dieser Naturforscher, daß alle gasförmigen Substanzen ohne Aus-

\*) Manchester Mem. V, 595.

\*\*) Ann. de Chim. XLIII, 137.

nahme, vorausgesetzt, daß sie sich unter denselben Umständen befinden, bei dem Zusatze derselben Menge von Wärmestoff, dieselbe Ausdehnung erleiden. Es ist daher hinreichend, daß man das Gesetz, nach welchem sich eine gasförmige Substanz ausdehnt, kenne, um genau die Ausdehnung aller bestimmen zu können. Nun weiß man aus den Versuchen von Gay Lussac, daß wenn die Temperatur der atmosphärischen Luft, von  $32^{\circ}$  auf  $212^{\circ}$  gebracht wird, sie sich von 100 Theilen zu 137,5 ausdehnt. Der Zuwachs des Volumens ist mithin bei einer Zunahme der Temperatur von  $180^{\circ}$ , 37,5. Setzt man das Volumen bei der Temperatur von  $32^{\circ}$  gleich der Einheit, so beträgt die Zunahme des Volumens 0,375 Theile: dieß giebt für einen Grad des Thermometers 0,00208 oder  $\frac{1}{480}$  Theile.

Dalton fand, daß 100 Theile atmosphärischer Luft die von  $55^{\circ}$  bis auf  $212^{\circ}$  erhitzt wurden, ein Volumen von 132,5 Theilen einnahmen: dieß giebt eine Ausdehnung der Luft von 0,00207 oder  $\frac{1}{481}$  Theile, für  $1^{\circ}$  des Thermometers. Dieses unterscheidet sich so äußerst wenig von Lussac's Bestimmungen, als man irgend bei Versuchen von solcher Feinheit hoffen darf.

und beinahe  
he gleichförmig.  
Aus Dalton's Versuchen ergiebt sich, daß die Ausdehnung der Luft beinahe gleichförmig sey; das will so viel sagen, daß bei noch so verschiedenen Temperaturen bei demselben Zusatze von Wärmestoff dieselbe Vermehrung des Volumens statt findet. Es ist zwar wahr, daß die Ausdehnung in dem Verhältnisse, wie die Temperaturen wachsen, sich zu vermindern scheint. So war die Ausdehnung bei der Zunahme der Temperatur vor  $55^{\circ}$  bis  $130\frac{1}{2}^{\circ}$ , oder für die ersten  $77\frac{1}{2}^{\circ}$ , 167 Theile; während die Ausdeh-

nung beim Wachsen der Temperatur von  $133\frac{1}{2}^{\circ}$  bis  $212^{\circ}$ , oder für die folgenden  $77\frac{1}{2}^{\circ}$  nur 158 Theile, mithin 9 Theile weniger, als bei der ersten betrug. Aller Wahrscheinlichkeit nach, ist aber dieser Unterschied nur scheinbar, denn De Luc hat gezeigt, daß das Thermometer kein ganz sicherer Maaßstab für die Zunahme der Wärme sey.

Auß Gay Lussac's Versuchen folgt, daß die Dämpfe des Wassers, so wie die des Aethers dieselbe Ausdehnung, wie die Luft, erleiden, wenn ihre Temperatur um gleich viel Grade erhöht wird. Man kann demnach schließen, daß sich alle elastischen Flüssigkeiten auf eine gleiche Art und gleichförmig durch die Hitze ausdehnen. Nachstehende Tabelle giebt uns das Volumen einer bestimmten Menge Luft für alle Temperaturen von  $32^{\circ}$  bis  $212^{\circ}$ .

Ausdehnung der Luft.

Temperatur.	Volumen.	Temperatur.	Volumen.	Temperatur.	Volumen.
32°	100000	59°	105616	86°	111232
33	100208	60	105824	87	111440
34	100416	61	106032	88	111648
35	100624	62	106240	89	111856
36	100832	63	106448	90	112064
37	101040	64	106656	91	112272
38	101248	65	106864	92	112480
39	101456	66	107070	93	112688
40	101664	67	107280	94	112896
41	101872	68	107488	95	113104
42	102080	69	107696	96	113312
43	102288	70	107904	97	113520
44	102496	71	108112	98	113728
45	102704	72	108320	99	113936
46	102912	73	108528	100	114144
47	103120	74	108736	110	116224
48	103328	75	108944	120	118304
49	103536	76	109152	130	120384
50	103744	77	109360	140	122464
51	103952	78	109568	150	124544
52	104160	79	109776	160	126624
53	104268	80	109984	170	128704
54	104576	81	110192	180	130784
55	104784	82	110400	190	132864
56	104992	83	110608	200	134944
57	105220	84	110816	210	137024
58	105408	85	111024	212	137440

Ausdehnung der tropfbarflüssigen Substanzen.

3. Die Ausdehnung der tropfbarflüssigen Substanzen unterscheidet sich von der der elastischen, nicht allein in der Quantität, sondern auch durch den Mangel an Gleichförmigkeit, mit der sie sich, wenn gleich große Zusätze zu der Temperatur einer jeden gemacht

ist nicht gleichför-  
mig. macht werden, ausdehnen. Dieser Unterschied scheint von der Beständigkeit, oder Flüchtigkeit der Bestandtheile des flüssigen Körpers herzuführen; denn im allgemeinen dehnen sich diejenigen tropfbaaren Flüssigkeiten bei einem bestimmten Zusatze von Wärme am meisten aus, deren Siedpunkt bei den niedrigsten Temperaturen statt findet, oder die einen Bestandtheil enthalten, der leicht den gasförmigen Zustand annimmt. So dehnt sich das Quecksilber, wenn es bis zu einer gewissen Temperatur erhitzt worden, weit weniger aus als Wasser, welches bei einem weit niederen Wärmegrade, als das Quecksilber, kocht; auf der andern Seite wird der Alkohol weit stärker ausgedehnt, als Wasser, weil er bei einer ungleich niederen Temperatur siedet. Eben so, wird die Salpetersäure weit stärker ausgedehnt, als Schwefelsäure, und zwar aus dem doppelten Grunde, weil einmal der Siedpunkt niedriger ist, dann, weil ein Bestandtheil derselben das Bestreben hat, einen gasförmigen Zustand anzunehmen. Dieses Gesetz findet wenigstens bei allen tropfbaaren Flüssigkeiten statt, deren Ausdehnung ich bis jetzt untersucht habe. Man kann es daher als eine ziemlich allgemeine Thatsache ansehen, daß, je höher die Temperatur ist, bei welcher eine Flüssigkeit anfängt zu kochen, um so geringer die Ausdehnung sey, welche durch den Zusatz irgend eines Wärmegrades hervorgebracht wird, oder mit anderen Worten, die Ausdehnbarkeit der tropfbaaren Flüssigkeiten verhält sich beinahe umgekehrt wie die Temperaturen, bei welchen sie sieden \*).

---

\*) Dalton hat kürzlich es wahrscheinlich zu machen gesucht, daß die Ausdehnung aller Flüssigkeiten, von ihrem Gefrierpunkte,

4. Ein anderer Umstand, welcher die Ausdehnung der tropfbaren Flüssigkeiten betrifft, verdient vorzügliche Aufmerksamkeit. Die Ausdehnbarkeit einer jeden scheint mit Erhöhung der Temperatur zu wachsen, oder mit anderen Worten, jemehr die Temperatur einer Flüssigkeit sich derjenigen nähert, bei welcher sie siedet, um so größer ist die Ausdehnung, welche durch den Zusatz eines neuen Grades der Wärme hervorgebracht wird. Daher ereignet es sich, daß die Ausdehnung derjenigen Flüssigkeiten, die bei einer sehr hohen Temperatur anfangen zu kochen, sich der Gleichförmigkeit am meisten nähert; oder um es bestimmter auszudrücken, das Verhältniß der Ausdehnbarkeit wächst um so langsamer, je höher die Temperatur ist, bei welcher die Flüssigkeiten sieden \*).

5. Diese Bemerkungen zeigen zur Genüge, daß die Ausdehnung der tropfbaren Flüssigkeiten unabhängig von ihrer Dichte sey. Sie hängt von der Menge Wärmestoff ab, die erfordert wird, um sie zum Sieden zu bringen, und in elastische Flüssigkeiten zu verwandeln. Dafür sind wir aber nicht vermögend, einen befriedigenden Grund anzugeben, warum verschiedene Flüss-

---

bis zu ihrem Siedpunkte dieselbe beständige Größe sey. Ich fand diesen Umstand in einer Reihe von Versuchen, welche ich kürzlich über die Ausdehnung der Flüssigkeiten angestellt habe, keinesweges bestätigt. Könnte Dalton's Meinung erwiesen werden, so würden unsere Begriffe über die Ausdehnung der Wärme dadurch sehr vereinfacht werden.

\*) Dieses Faktum, welches bei allen Flüssigkeiten, die ich untersucht habe, statt findet, stimmt sehr gut mit Dalton's Meinung, die so eben angeführt worden.

igkeiten verschiedene Temperaturen erfordern, ehe der Zustand des Siedens bei ihnen eintritt.

6. Folgende Tabelle giebt dem Leser einen bestimmten Begriff von dem Verhältnisse der Ausdehnung derjenigen Flüssigkeiten, die bisher in dieser Rücksicht von den Naturforschern untersucht worden sind.

Temperatur.	Quecksilber.	Geist.	Schwefelsäure.	Salpetersäure.	Wasser.	Terpentinöl.	Aalkohol.
32 <sup>o</sup>	100000	100000	—	—	—	—	100000
40	100081	—	99752	99514	—	—	100539
50	100183	—	100000	100000	100023	100000	101105
60	100304	—	100279	100468	100091	100460	101688
70	100406	—	100558	100990	100197	100993	102281
80	100508	—	00806	101530	100332	101471	102890
90	100610	—	101054	102088	100694	101931	103517
100	100712	102760	101317	102620	100908	102446	104162
110	100813	—	101540	103196	—	102943	—
120	100915	—	101834	103776	101404	103421	—
130	201017	—	102097	104352	—	103954	—
140	101119	—	102320	105132	—	104573	—
150	101220	—	102614	—	102017	—	—
160	101322	—	102893	—	—	—	—
170	101424	—	103116	—	—	—	—
180	101526	—	103339	—	—	—	—
190	101628	—	103587	—	103617	—	—
200	101730	—	103911	—	—	—	—
212	101835	107250	—	—	104577	—	—

### Bemerkungen zu bevorstehender Tabelle.

1. Die in der Columne, welche die Ueberschrift Quecksilber führt, enthaltenen Zahlen, können nicht als völlig erschöpfend, sondern nur als annähernd betrachtet werden. Deluc hat gezeigt, daß die Ausdehnung des Quecksilbers

von  $32^{\circ}$  bis  $122^{\circ}$  sich zu der von  $122^{\circ}$  bis zu der Temperatur des kochenden Wassers, wie 14 zu 15 verhält.

2. Die Ausdehnung des Leinöls ist von Newton bestimmt worden.

3. Die Ausdehnung der Schwefelsäure, Salpetersäure und des Terpentinöls ist durch meine Versuche bestimmt worden. Ich bediente mich hierzu Thermometer, die mit diesen Flüssigkeiten gefüllt waren, und bemerkte die Grade bei welcher die Flüssigkeiten in ihnen bei den verschiedenen, angegebenen Temperaturen standen. Hierauf suchte ich das Gewicht der Flüssigkeit, das dem Cylinder welcher einen Grad der Thermometerrohre einnahm, gleich war, und alsdann das Gewicht der ganzen Flüssigkeit, deren Ausdehnung gefunden werden sollte. Aus diesen Datis ließ sich das Verhältniß der Ausdehnung leicht finden. Die Grade wurden correspondirend nach einem guten Quecksilberthermometer bestimmt. Da aber die Ausdehnung des Quecksilbers nicht gleichförmig ist, so ist es einleuchtend, daß die Zahlen im Verhältnisse wie die Temperaturen wachsen, nach und nach an Genauigkeit abnehmen. Dieß veranlaßte mich, die höheren Stellen der Thermometerskala gänzlich auszulassen.

4. Die Ausdehnung des Wassers und Alkohols haben Blagden und Gilpin bestimmt. Bei meinen Versuchen fand ich die Ausdehnung beider weit geringer. Nächsthende Tafel enthält die Ausdehnung des Wassers.

Temperatur.	Ausdehnung.	Temperatur.	Ausdehnung.
42,5°	100000	112,5°	100777
52,5	100030	122,5	101006
62,5	100106	132,5	101220
72,5	100182	142,5	101495
82,5	100273	152,5	101755
92,5	100471	162,5	102040
102,5	100624	172,5	102260

Deluc, der Wasser, dessen Temperatur 32° war, mit kochendem Wasser zu gleichen Theilen vermischt, fand dadurch die mittlere Temperatur zwischen Wasser, das bis zum Siedpunkte erhitzt, und bis zum Gefrierpunkte erkaltet war. Denkt man sich die ganze Ausdehnung von der Temperatur des gefrierenden zu der des kochenden Wassers in 80 Theile eingetheilt, so wurde die Ausdehnung von 32° bis zu der mittleren Temperatur (die, wenn die Ausdehnung des Quecksilbers gleichförmig wäre, 122° seyn würde) und von dieser Temperatur, zu der des kochenden Wassers, in verschiedenen Flüssigkeiten folgendermaßen gefunden.

	Von 32° zur mittlern Temperatur	Von der mittlern Temperatur zu der des koch- enden Wassers.	Verhältnisse.
Quecksilber . . . . .	38,6	41,4	14 : 15
Baum- und Leinöl . . . . .	37,8	42,2	13,4 : 15
Chamillenöl . . . . .	37,2	42,8	13 : 15
Mit Kochsalz gesättig- tes Wasser . . . . .	34,9	45,1	11,6 : 15
Rektificirter Weingeist . . . . .	33,7	46,3	10,9 : 15
Wasser . . . . .	19,2	60,8	4,7 : 15

(Ende der Bemerkungen.)

Ausdehnung fester Körper.

7. Die Ausdehnung fester Körper ist so unbedeutend, daß man eines Mikrometers bedarf, um die Zunahme des Volumens zu bemerken. Soweit die Erfahrungen reichen, ist die Ausdehnung derselben gleichförmig, wenigstens ist die Abweichung von der völligen Gleichförmigkeit nicht merklich. Folgende Tabelle enthält die Ausdehnung der meisten festen Körper, mit denen man bisher in dieser Rücksicht Versuche angestellt hat; die Mehrzahl rührt von Smeaton her.

Temperatur:	Platin *)	Antimonium.	Stahl.	Eisen.	Gusseisen.	Wismuth.
32°	120000	120000	120000	120000	120000	120000
212	120104	120130	120147	120151		120167
Weiße Glühhitze **).			123428	121500	122571	
	Kupfer.	Gußmessing.	Messingdrath.	Zinn.	Blei.	Zink.
32°	120000	120000	120000	120000	120000	120000
212	120204	120225	120232	120298	120344	120355
	Gehäufertes Zink.	Zinn 8 Zinn 1	Blei 2 Zinn 1	Messing 2 Zinn 1	Probierzinn.	Kupf. 3. Zinn 1 †
32°	120000	120000	120000	120000	120000	120000
212	120373	120313	120301	120274	120274	120218

\*) Borda.

\*\*) Rinmann.

†) Das Metall, dessen Ausdehnung hier angegeben wird, war eine Mischung, die aus 3 Theilen Kupfer und 1 Theile Zinn bestand. Die kleinen Zahlen in einigen der vorhergehenden Columnen sind auf dieselbe Art zu verstehen: so war z. B. dasjenige Metall, von welchem in der zweiten Columnne vor der letzten die Rede ist, ein Metallgemisch aus 2 Theilen Messing und 1 Theile Zinn.

Ausdehnung des Glases. Die Ausdehnung des Glases ist ein sehr wichtiger Umstand, indem dieselbe auf die Resultate der meisten Versuche über Temperatur Einfluß hat. Deluc hat diesen Gegenstand mit vieler Genauigkeit untersucht. Nachstehende Tabelle enthält das Verhältniß dieser Ausdehnung, wie es durch diesen Naturforscher bestimmt worden ist.

Temp.	Volum.	Temp.	Volum.	Temp.	Volum.
32°	100000	100°	100023	167°	100056
50	100006	120	100033	190	100069
70	100014	150	100044	212	400083

Man ersieht aus dieser Tabelle, daß, wenn das Glas um 1° erhitzt wird, es eine Ausdehnung erleidet, die ungefähr  $\frac{1}{100000}$  von dem ganzen Volumen beträgt \*).

8. Die Eigenschaft, welche die Körper besitzen, sich, wenn sie erwärmt werden, auszudehnen, hat die Erfindung eines Werkzeuges um die relative Temperatur der Körper zu messen, veranlaßt. Dieses Werkzeug ist das Thermometer. Es besteht aus einer hohlen Glasröhre, die an dem einen Ende hermetisch verschlossen ist, an dem anderen sich in eine hohle Kugel, oder einen weiten Behälter endigt. Die Kugel und ein Theil der Röhre werden mit Quecksilber angefüllt. Wird die Kugel einem heißen

---

\*) Unter der Voraussetzung, daß die Metalle sich gleichförmig ausdehnen, ist die Ausdehnung einer Masse Metall, die durch eine bestimmte Anzahl Grade erhitzt worden, folgende. Es sey  $a =$  der Ausdehnung einer Masse in die Länge für 1°, dieses muß durch Versuche gefunden werden;  $b =$  die Zahl von Graden, für welche man die Ausdehnung sucht;  $s$  gleich dem kubischen Inhalte der metallischen Masse;  $x =$  der gesuchten Ausdehnung, so ist  $x = 3$  bas.

Körper genähert, so dehnt sich das Quecksilber aus, und steigt mithin in der Röhre; bringt man es hingegen mit einem kalten Körper in Berührung, so zieht sich das Quecksilber zusammen, und fällt demnach in der Röhre. Das Steigen des Quecksilbers zeigt eine Zunahme, sein Fallen eine Verminderung der Temperatur an, und die Größe, um die es steigt oder fällt, giebt das Verhältniß der Zunahme oder Verminderung zu erkennen. Um die Beobachtung zu erleichtern, ist die Röhre in eine Anzahl gleicher Theile eingetheilt worden, die man Grade nennt.

Das Thermometer, dem wir den größten Theil der Kenntnisse, die wir vom Wärmestoffe haben, verdanken, wurde zu Anfang des 17ten Jahrhunderts erfunden. Nach einigen soll Sanctorio, der berühmte Gründer, der statischen Arzneikunde, die erste Idee davon gehabt haben. Das erste sehr unvollkommne Thermometer wurde durch die Florentiner Akademisten und durch Boyle verbessert, allein Isaac Newton machte es dadurch erst wirklich nützlich, daß er eine Methode angab, Thermometer zu verfertigen, deren Gang mit einander verglichen werden konnte.

Wir es einzutheilen. Taucht man ein Thermometer auch noch so oft in schmelzenden Schnee, so wird es doch stets auf demselben Punkte stehen. Hieraus sieht man, daß der Schnee stets bei derselben Temperatur schmilzt. Hoole machte gleichfalls die Bemerkung, daß, wenn ein Thermometer in kochendes Wasser getaucht wird, es, wosern nur der Druck der Athmosphäre derselbe ist, zu jeder Zeit stets denselben Punkt anzeige, folglich kocht das Wasser (wosern alle übrigen Umstände dieselben sind) stets bei derselben Temperatur. Wenn man daher ein Thermos-

meter in schmelzenden Schnee senkt, und die Stelle bemerkt, bei welcher das Quecksilber in der Röhre steht, es hierauf mit der nöthigen Vorsicht in kochendes Wasser taucht, und jetzt wieder die Stelle bemerkt, bis zu welcher sich das Quecksilber erhoben hat, alsdann den Abstand dieser beiden festen Punkte in eine beliebige Anzahl gleicher Theile theilt, so wird jedes Thermometer, welches auf diese Art bereitet ist, und das man auf eine gleiche Art eingetheilt hat, denselben Grad, wie das erste zeigen, sobald beide einem Körper von derselben Temperatur genähert werden. Alle solche Thermometer lassen sich demnach unter einander vergleichen, und die Eintheilung läßt sich beliebig über den Siedpunkt, und unter den Gefrierpunkt fortsetzen.

Newton gab zuerst das Verfahren an, vergleichbare Thermometer zu verfertigen \*), allein der praktische Theil dieser Kunst wurde ausnehmend durch Fahrenheit und Dr. Martine von St. Andrew's \*\*) vereinfacht. Das Quecksilber ist diejenige Flüssigkeit, welche vorzüglich zu Thermometern geschickt ist, weil die Ausdehnung desselben ziemlich gleichförmig ist, welches von dem großen Abstände zwischen dem Gefrier- und dem Siedpunkte desselben herrührt. Es giebt jetzt vier verschiedene Arten von Thermometern, die sich von einander durch die Anzahl von Graden, in welche der Abstand zwischen dem Gefrier- und dem Siedpunkte eingetheilt worden ist, unterscheiden. Sie sind die Thermometer von Fahrenheit, Celsius, Reaumur und De Rse.

\*) Phil. Trans. Abr. IV, 1.

\*\*) On the Construction and Graduation of Thermometer.

Verschiedene Arten der gebräuchlichen Thermometer. Nach dem Fahrenheit'schen Thermometer werden die Temperaturen in England angegeben. Bei diesem Thermometer theilt man den Abstand zwischen dem Gefrier- und Siedpunkte in 180 gleiche Theile. Allein die Skale fängt bei derjenigen Temperatur an, welche eine Mischung aus Schnee und Kochsalz hat. Diese Temperatur ist  $32^{\circ}$  niedriger, als der natürliche Gefrierpunkt, mithin steht bei letzterem  $32^{\circ}$ , und bei dem Siedpunkte  $212^{\circ}$  \*).

Das Thermometer von Celsius wird in Schweden gebraucht. Man hat sich desselben seit der Revolution auch in Frankreich unter dem Namen des hunderttheiligen Thermometers (thermometre centigrade) bedient. Bei diesem theilt man den Zwischenraum zwischen dem Gefrier- und Siedpunkte in 100 gleiche Theile; setzt bei dem Gefrierpunkte 0 und bei dem Siedpunkte  $100^{\circ}$  \*\*).

Das Thermometer, welches das Reaumur'sche genannt wird, (das aber seine jetzige Einrichtung eigentlich von Deluc erhalten hat) wurde vor der Revolution in Frankreich, und wird noch jetzt in Italien und Spanien gebraucht, bei ihm wird der Abstand zwischen dem Gefrier- und dem Siedpunkte

\*) Dieß ist dasjenige Thermometer, nach dem durchgängig in diesem Werke die Temperaturen angegeben worden, es sey denn, daß ein anderes ausdrücklich genannt worden ist.

\*\*) Folglich verhalten sich die Grade von Fahrenheit zu denen des Celsius wie  $180 : 100 = 18 : 10 = 9 : 5$ . D. h.  $9^{\circ}$  Fahr. sind gleich  $5^{\circ}$  von Celsius. Will man daher die Grade des Celsius auf Fahrenheit'sche zurückbringen, so hat

$$\text{man } F = \frac{9 C}{5} + 32.$$

in  $80^\circ$  eingetheilt; beim Gefrierpunkte steht 0, bei dem Siedepunkte  $80^\circ$  \*)

De Lisle's Thermometer ist das in Rußland übliche, der Abstand zwischen dem Gefrier- und Siedepunkte desselben wird in  $150^\circ$  eingetheilt. Allein die Eintheilung fängt beim Siedepunkte an, und die Grade werden gegen den Gefrierpunkt hin, fortgezählt; beim Siedepunkte steht 0; beim Gefrierpunkte stehen  $150^\circ$  \*\*).

Wißt nicht  
die Zunah:  
me der Wär:  
me. 9. Bei den Versuchen mit dem Thermometer darf man nicht außer Acht lassen, daß, wenn es auf die gewöhnliche Art eingetheilt ist, es kein genaues Maaß für die Zunahme der Wärme abgiebt. Denn da die Ausdehnung des Quecksilbers für jeden Grad der Temperatur, mit der Temperatur zunimmt, so ist es einleuchtend, daß, wenn nicht diese Zunahme in Anschlag gebracht wird, der von dem Thermometer angegebene Grad, nicht die wirkliche Anzahl Grade Wärme, die zu dem Körper hinzugekommen, oder ihm entzogen sind, sondern eine andere Zahl angeben werden, die sich immer mehr von der wahren entfernt, je höher die angegebene Temperatur ist. Denkt man sich z. B. die mittlere Temperatur zwischen der des siedenden und

---

\*) Mithin sind  $180F = 80R$ , oder  $18F = 8R$ , oder  $9F = 4R$ , folglich  $F = \frac{9R}{4} + 32$ .

\*\*\*) Es sind demnach  $180F = 150D$ , oder  $6F = 5D$ . Um die De Lisle'schen Thermometergrade unter dem Siedepunkte auf Fahrenheit'sche zurück zu führen, hat man  $F = 212 - \frac{6D}{5}$ ; um die über dem Siedepunkte zu reduciren, findet man

$F = 212 + \frac{6D}{5}$ .

gefrierenden Wassers mit  $122^{\circ}$  bezeichnet, so wird, wenn die Skale aufwärts verlängert wird, der Siedpunkt nicht  $212^{\circ}$  seyn, welches der Fall seyn müßte, wenn die Skale gleichförmig wäre, sondern  $218,4^{\circ}$  seyn. Auf der anderen Seite, wenn der Gefrier- und Siedpunkt auf die gewöhnliche Art bestimmt, und mit  $212^{\circ}$  und  $32^{\circ}$  bezeichnet wird, so wird die mittlere Temperatur zwischen ihnen nicht  $122^{\circ}$ , sondern  $118,8^{\circ}$  seyn.

Ausnahmen in Ansehung der Ausdehnung. 10 Da bisher die Geseze und Erscheinungen der Ausdehnung, so weit sie bekannt sind, vortragen worden sind, so muß auch etwas von den Ausnahmen dieser allgemeinen Wirkung der Wärme, oder von den Fällen gesagt werden, in welchen die Ausdehnung nicht durch eine Vermehrung, sondern durch eine Verminderung der Temperatur hervorgebracht wird. Die erste Klasse begreift einige flüssige Substanzen unter sich, die bei einer bestimmten Temperatur ein Maximum der Dichte haben, und die, wenn sie über dieselbe erhitzt oder erkaltet werden, in beiden Fällen eine Ausdehnung oder Vergrößerung des Volumens erfahren. Die zweite Klasse enthält diejenigen Flüssigkeiten, die, wenn sie bis auf einen gewissen Grad erkaltet werden, schnell fest werden, und bei welchen dieses Festwerden mit einer Zunahme des Volumens vergesellschaftet ist.

Das Wasser II. Das Wasser ist das merkwürdigste Beispiel eines Körpers der ersten Klasse. Sein Maximum der Dichte fällt, wie kürzlich durch Dalton gezeigt worden ist, mit  $42,5^{\circ}$  des Fahrenheit'schen Thermometers \*) zusammen.

\*) Manchester Mem. V, 374. Das Faktum, daß das Wasser aufhöre, bei einer gewissen Temperatur durch die Kälte ver-

Wird es unter  $42,5^\circ$  erkältet, so erleidet es für jeden Grad der Temperatur, den es verliert, eine Ausdehnung; und bei der Temperatur von  $32^\circ$ , beträgt nach Dalton die Ausdehnung  $\frac{1}{160}$  der ganzen Ausdehnung, welche beim Wasser statt findet, wenn es von  $42,5^\circ$  bis zu  $212^\circ$  erhitzt wird \*).

Hiermit stimmen meine Versuche ziemlich genau, denn da ich 100000 Theile Wasser dem Volumen nach, von  $42,5^\circ$  bis zu  $32^\circ$  erkältete, so nahmen sie 100031 Theile ein. Dem Scharffinne von Dalton verdanken wir die Entdeckung der sehr überraschenden Thatsache, daß die Ausdehnung des Wassers bei derselben Anzahl von Graden über und unter dem Maximum von Dichte dieselbe sey. Erhitzt man z. B. Wasser  $10^\circ$  über  $42,5^\circ$ , so nimmt es genau denselben Raum ein, als wenn es  $10^\circ$  unter  $42,5^\circ$  erkaltet wird. Demnach ist die Dichte des Wassers bei  $32^\circ$  und  $53^\circ$  genau dieselbe. Es gelang Dalton, das Wasser bis auf  $5^\circ$  abzukühlen, ohne daß es gefror, mithin  $37,5^\circ$  unter diejenige Temperatur, bei welcher das Maximum seiner Dichte statt findet. Er fand durchgängig das Gesetz bestätigt, daß jedesmal bei einer gewissen Anzahl Grade unter  $42,5^\circ$  das Volumen des Wassers mit dem übereinstimmte, welches dasselbe bei einer Temperatur, die eben so viele Grade über  $42,5^\circ$  betrug,

---

dichtet zu werden, wurde vor langer Zeit von Baumé bemerkt, allein Deluc war der erste Naturforscher, welcher genaue und entscheidende Versuche über diesen Gegenstand anstellte. Seine Versuche wurden durch die von Blagden und Gilpin vollkommen bestätigt. Diese gaben die Temperatur von  $40^\circ$  als das Maximum der Dichte des Wassers an, und man findet wirklich, daß der Unterschied des Volumens zwischen  $41^\circ$  und  $44^\circ$  nur allein durch äußerst feine Werkzeuge wahrgenommen werden kann.

\*) Manchester Mem. V, 374.

hatte. So war das Volumen des Wassers bei 5° genau dasselbe, wie bei 80° \*). Die Skale, die demnach für die Ausdehnung des Wassers, wenn es erwärmt wird, gegeben worden ist, dient, wenn die Tafel bei 42,5° anfängt, auch für die Ausdehnung desselben, wenn es erkaltet wird. Dieses ist der Fall in der Tabelle für die Ausdehnung des Wassers, die ich oben nach meinen Versuchen angegeben habe.

Aus dieser Tabelle ersieht man, daß die Ausdehnung des Wassers, wenn sein ursprüngliches Volumen gleich 10000 gesetzt wird, beinahe ziemlich genau durch folgende Zahlen ausgedrückt werden kann:

Temperatur.	Ausdehnung.
82°,5	6 <sup>2</sup>
102°,5	8 <sup>2</sup>
122°,5	10 <sup>2</sup>
142°,5	12 <sup>2</sup>
162°,5	14 <sup>2</sup>

Die größte Abweichung von diesen Zahlen findet zu Anfang dieser Skale statt: dieses rührt davon her, weil bei diesen Temperaturen die Ausdehnung äußerst gering ist, mithin äußerst schwer mit Genauigkeit gemessen werden kann. Wir kommen dadurch zu dem merkwürdigen Resultate, daß die Quadrate der natürlichen Zahlenreihe, die mit 6 anfängt, die Zunahme des Volumens ausdrücken, welche 10000 Theile Wasser für jede 10°, die sie über 82,5° erhitzt, oder unter 12,5° erkaltet werden, erleiden \*\*). Dieses Gesetz wird

\*) Manchester Mem. V, 375.

\*\*) Einige spätere Versuche, die ich noch mit größerer Sorgfalt angestellt habe, geben mir die Ausdehnung des Wassers etwas größer an, als in der Tabelle, allein das Verhältniß ist stets das

Dem Leser einen weit richtigeren Begriff von dem Verhältnisse, nach welchem sich das Wasser ausdehnt, wenn es erhitzt, oder erkaltet wird, geben, als die bloße Ansicht der Tafel geliefert haben würde.

Ich versuchte eine beträchtliche Anzahl Flüssigkeiten um zu erforschen, ob es einige unter ihnen gäbe, die wie das Wasser eine Temperatur hätten, bei welcher die Dichte derselben ein Maximum wäre, und die sich ausdehnen, wenn sie unter diese Temperatur erkaltet werden. Weder die Schwefelsäure, noch die blichten Substanzen haben einen solchen Punkt. Es schien mir aber, als wenn einige Auflösungen der salzigen Wasser sich anfangen auszudehnen, ehe sie fest werden. Allein diese Auflösungen krystallisiren so schnell, wenn sie bis auf einen gewissen Grad erkaltet werden, daß die Frage: ob sie sich wirklich ausdehnen, ehe sie krystallisiren, sehr schwer beantwortet werden kann.

Manche Flüssigkeiten dehnen sich beim Krystallisiren aus.

II. Die Klasse derjenigen Naturkörper, welche sich ausdehnen, indem sie aus dem Zustande einer tropfbaren Flüssigkeit durch Verminde-

---

selbe. Wenn man die Zahlen  $6^2$ ,  $7^2$ ,  $8^2$ ,  $9^2$  u. s. w., welche die Ausdehnung ausdrücken, auf eine grade Linie aufträgt, und aus den Punkten  $6^2$ ,  $7^2$ ,  $8^2$ ,  $9^2$  u. s. w. senkrechte Ordinaten errichtet, deren Längen sich zu einander verhalten, wie die Anzahl der Grade der Temperatur (von  $42,5^\circ$  an gerechnet) welche mit der jedesmaligen Ausdehnung zusammengehören; und dann durch die Enden dieser Ordinaten eine krumme Linie zieht, so ist es einleuchtend, daß dieselbe eine gewöhnliche Parabel seyn werde. Der Scheitel derselben ist bei der Temperatur  $42,5^\circ$ , wo die Ausdehnung 0 ist, und ihre Schenkel dehnen sich auf beiden Seiten der Achse dem gemäß aus, wie die Temperaturen positiv und negativ sind. Dieses wird jedermann durch den bloßen Anblick von Fig. 10. deutlich werden.

rung der Temperatur, in den Zustand eines festen Körpers übergehen, ist äußerst zahlreich. Das Wasser ist es nicht allein, das bei seiner Umwandlung in Eis eine Ausdehnung erleidet, sondern es ist dieß der Fall bei allen Körpern, die beim Erkalten eine Krystallengestalt annehmen.

Seit langer Zeit war den Naturforschern die ausnehmende Gewalt bekannt, mit welcher sich das Wasser beim Gefrieren ausdehnt. Gläserne Flaschen zerspringen gewöhnlich, wenn in ihnen das Wasser gefriert. Die Florentiner Akademisten sprengten dadurch eine messingene Kugel, deren Höhlung 1 Zoll im Durchmesser hatte; daß sie dieselbe mit Wasser füllten, und dieses zum Gefrieren brachten. Muschenbroëk berechnete, daß die hiezu erforderliche Kraft 27720 Pfund betrage. Allein die vollständigste Reihe von Versuchen über die ausdehnende Kraft des gefrierenden Wassers hat der Major Williams zu Quebec angestellt, und in dem zweiten Bande der Edimburger Transaktionen bekannt gemacht. Man hat diese Ausdehnung dadurch zu erklären gesucht, daß man sie als eine Folge des Bestrebens darstellte, welches das Wasser beim Festwerden äußert, um seine Theilchen in eine bestimmte Lage zu bringen. Sie nehmen die Gestalt prismatischer Krystalle an, die einander unter Winkeln von  $60^\circ$  und  $120^\circ$  durchkreuzen. Die Kraft mit welcher sie sich auf diese Art ordnen, muß ungeheuer seyn, weil dadurch eine geringe Menge Wasser in Stand gesetzt wird, so große Hindernisse zu überwinden.

Ich habe verschiedene Verfahrungsarten versucht, um das specifische Gewicht des Eises bei einer Temperatur von  $32^\circ$  zu bestimmen. Die eine, welche mir am besten gelang, war folgende. Ich verdünnte Weingeist so lange mit Wasser,

bis ein Stück Eis, welches in die Mischung gebracht wurde, an jedem Orte sich erhielt, ohne zu sinken, oder zu steigen. Ich fand das specifische Gewicht einer solchen Flüssigkeit 0,92, welches mithin das specifische Gewicht des Eises ist, unter der Voraussetzung, daß das specifische Gewicht des Wassers bei einer Temperatur von  $60^{\circ}$  gleich 1 gesetzt werde. Dieß ist eine Ausdehnung, die weit größer ist, als die, welche das Wasser erfährt, wenn es bis zu  $212^{\circ}$  erhitzt wird. Man sieht hieraus, daß wenn das Wasser in Eis verwandelt wird, es nicht mehr die gleichförmige Ausdehnung befolge, welche Dalton gemessen hat, sondern daß es unter diesen Umständen sehr rasch eine beträchtliche Vermehrung seines Volumens erfahre.

Eben diese Ausdehnung bemerkt man bei der Krystallisation der meisten Salze, wenigstens bei allen denen, welche in prismatischen Krystallen anschließen. Dieß ist der Grund, warum gläserne Gefäße, in welchen die krystallisirbaren Flüssigkeiten befindlich sind, gewöhnlich zerspringen, wenn die Krystalle gebildet werden. Mehrere hieher gehörige Versuche sind von *Vauquelin* bekannt gemacht worden \*).

Diese Ausdehnung der Körper kann nicht als eine Ausnahme des allgemeinen Gesetzes, daß die Körper an Volumen zunehmen, wenn sie erhitzt werden, angesehen werden. Denn die Ausdehnung ist in den angeführten Fällen keine Folge von der Entziehung des Wärmestoffes, sondern von der Veränderung ihres Zustandes, daß sie aus flüssigen, feste Körper werden; eine Veränderung,

---

\*) *Ann. de Chim.* XIV, 286.

welche durch eine neue Anordnung der Theile hervorgebracht wird, oder doch mit ihr vergesellschaftet ist.

Einige Körper ziehen sich beim Gefrieren zusammen. 12. Man muß übrigens bemerken, daß nicht alle Körper sich ausdehnen, wenn sie fest werden. Es giebt eine beträchtliche Anzahl derselben, deren Volumen bei dieser Gelegenheit beträchtlich abnimmt, und bei letzteren wird das Verhältniß der Verminderung des Volumens in den meisten Fällen durch das Festwerden größer. Werden flüssige Substanzen in feste verwandelt, so bilden sie entweder prismatische Krystalle, oder sie bilden eine Masse, in der keine regelmäßige Anordnung der Theile wahrgenommen werden kann. Im ersten Falle ist das Festwerden mit Ausdehnung, im zweiten mit Zusammenziehung vergesellschaftet. Wasser und Salze sind Beispiele des ersten, Wachs und Talg sind Beispiele der letzteren Gattung. Bei den zuletzt genannten Substanzen findet das Festwerden nicht wie beim Wasser und bei den Salzen augenblicklich, sondern langsam und allmählig statt; sie werden zuerst dicklich, und zuletzt ganz fest. Die meisten Oele nehmen beim Festwerden eine kugelförmige Oberfläche an. Dasselbe ereignet sich beim Honig und bei einigen Metallen, z. B. beim Quecksilber, das sich gleichfalls beim Festwerden zusammenzieht.

Aus einer zahlreichen Menge von Versuchen, welche ich über diesen Gegenstand angestellt habe, war ich geneigt, die Folgerung zu ziehen, daß sich alle brennbaren Flüssigkeiten beim Festwerden zusammenziehen, während die unverbrennlichen sich ausdehnen; allein es finden mehrere Ausnahmen von dieser Regel statt. Die Schwefelsäure z. B. dehnt sich beim Gefrieren nicht beträchtlich aus, auch wird ihr Ansehen nicht im mindesten verändert. Schwefelsäure, deren specifi-

sches Gewicht 1,8 kann in Thermometerröhren, ehe sie gefriert, bis auf  $-36^{\circ}$  erkaltet werden, und während dem ganzen Prozesse befolgt sie genau dasjenige Verhältniß, welches in der Tafel der Ausdehnungen angegeben worden. Bei  $-36^{\circ}$ , oder ungefähr bei dieser Temperatur, gefriert sie; allein ihr Ansehn ist so wenig verändert, daß ich mich nicht überzeugen konnte, ob die Flüssigkeit gefroren sey, bis ich die Röhre zerbrach. Sie war vollkommen fest, und zeigte keine Spur von Krystallisation. Auf der andern Seite dehnt sich Gußeisen, und wahrscheinlich auch Schwefel, wenn sie fest werden, aus.

### Zweite Wirkung.

Veränderungen in dem Zustande der Körper.

Alle Naturkörper, so weit wenigstens unsere jetzigen Kenntnisse reichen, kommen in einem oder dem andern der drei folgenden Zustände vor: sie sind entweder feste, oder tropfbarflüssige, oder elastische Substanzen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß in einer sehr großen Menge von Fällen eine und dieselbe Substanz nach und nach alle diese drei verschiedenen Zustände annehmen könne. So ist der Schwefel gewöhnlich ein fester Körper; wird er hingegen bis zu einer Temperatur von  $212^{\circ}$  erhitzt, so wird er in eine tropfbare Flüssigkeit verwandelt; bei einer noch höhern Temperatur (ungefähr bei der Temperatur von  $570^{\circ}$ ) entweicht er als ein elastischer Dampf von dunkelbrauner Farbe. So ist das Wasser in unserem Klima gewöhnlich ein tropfbarer flüssiger Körper, wird es aber bis zu  $32^{\circ}$  erkaltet, so verwandelt es sich in einen festen Körper, und bei  $212^{\circ}$  geht es in den Zustand einer elastischen Flüssigkeit über.

Die Körper ver-  
ändern ihren  
Aggregations-  
zustand durch die  
Wärme.

Alle festen Körper, wenige ausgenommen, lassen sich, wenn sie genugsam erhitzt werden, in tropfbare Flüssigkeiten verwandeln; auf der andern Seite kann jede tropfbare Flüssigkeit, Weingeist ausgenommen, wosern man sie einem hinreichenden Grade der Kälte aussetzt, den Zustand eines festen Körpers annehmen. Durch Erwärmen lassen sich alle tropfbarflüssigen Substanzen in elastische Flüssigkeiten verwandeln, und eine große Menge fester Körper können dieselbe Veränderung erleiden. Endlich ist die Anzahl der elastischen Flüssigkeiten, die sich durch Kälte zu tropfbaren Flüssigkeiten oder zu festen Körpern verdichten lassen, keinesweges unbeträchtlich. Diese Thatsachen haben die Naturforscher vermocht, es als ein allgemeines Gesetz aufzustellen: daß alle Körper, wosern man sie nur gehörig niedrigen Temperaturen aussetzen kann, den Zustand eines festen Körpers annehmen würden; daß alle festen Körper, wosern sie genugsam erhitzt würden, in tropfbarflüssige, und daß diese bei einer noch mehr erhöhten Temperatur, in elastische Flüssigkeiten übergehen würden.

Der Zustand der Körper hängt demnach von der Temperatur ab, in welche sie versetzt werden. Bei den niedrigsten Temperaturen sind sie alle fest; bei den höhern werden sie in tropfbar flüssige, und bei den höchsten in elastisch flüssige Substanzen verwandelt. Die besondern Temperaturen, bei welchen die Körper diese Veränderungen erfahren, sind ausnehmend verschieden. Sie sind aber für denselben Körper stets beständig. Wir sehen hieraus, daß der Wärmestoff Veränderungen in dem Zustande der Körper hervorbringt, und sie

alle zuerst in tropfbar flüssige, dann in elastisch flüssige Substanzen verwandelt.

Die Umwandlung der festen Körper in tropfbar flüssige. I Werden feste Körper durch die Wärme in tropfbarflüssige verwandelt, so erfolgt die Veränderung in gewissen Fällen auf einmal. Es findet keine Zwischenzeit zwischen dem Zustande des Festseyns und des Flüssigseyns statt; in andern Fällen kann man hingegen einen nach und nach erfolgenden Uebergang wahrnehmen; der feste Körper wird zuerst weich, geht langsam durch alle Grade der Weichheit hindurch, bis er zuletzt vollkommen flüssig wird. Die Umwandlung des Eises in Wasser ist ein Beispiel der ersten Art; denn bei dieser Substanz findet kein mittlerer Zustand zwischen dem der Festigkeit und Flüssigkeit statt. Das Schmelzen des Glases, Wachses und Talges sind Beispiele der zweiten Art von Veränderung; denn diese Körper gehen durch jeden möglichen Grad der Weiche hindurch, ehe sie vollkommen flüssig werden. Im allgemeinen findet bei denjenigen festen Körpern, welche krystallisiren, oder regelmäßige prismatische Figuren bilden, keine Zwischenzeit statt, während sie aus dem festen in den flüssigen Zustand übergehen; dahingegen diejenigen, welche nicht gewöhnlich diese Gestalten annehmen, die Eigenschaft besitzen, nach und auch durch alle Zwischenzustände hindurchgehen.

Sindet bei einer bestimmten Temperatur statt. I. Die festen Körper gehen nie in den Zustand flüssiger Substanzen über, als bis sie auf eine gewisse Temperatur erhitzt worden sind: diese Temperatur ist für jede Art von Körpern bestimmt. Für die erste Klasse von Körpern läßt sich dieselbe sehr gut angeben; allein ungeachtet sie für die zweite Klasse ebenfalls be-

ständig ist, so kann doch darum die bestimmte Temperatur, bei welcher die derselben angehörende Körper flüssig werden, nicht mit solcher Genauigkeit angegeben werden, weil sie durch eine unendliche Menge von Zwischengraden der Weiche hindurchgehen, ehe sie den höchsten Grad der Flüssigkeit erreichen. Allein auch für diese Körper findet man leicht, daß dieselbe Temperatur, stets denselben Grad der Flüssigkeit hervorbringt. Die Temperatur, bei welcher dieser Uebergang aus dem festen in den flüssigen Zustand statt findet, erhält nach Beschaffenheit des gewöhnlichen Zustandes des so veränderten Körpers verschiedene Namen. Wird der Körper gewöhnlich in einem flüssigen Zustande angetroffen, so nennt man die Temperatur, bei welcher er in den Zustand eines festen Körpers übergeht, den Gefrierpunkt desselben. So wird die Temperatur, bei welcher Wasser in Eis verwandelt wird, der Gefrierpunkt des Wassers genannt. Befindet sich auf der andern Seite der Körper gewöhnlich in dem Zustande eines festen Körpers, so nennt man die Temperatur, bei welcher er flüssig wird, seinen Schmelzpunkt: so ist die Temperatur von  $212^{\circ}$  der Schmelzpunkt des Schwefels, und  $442^{\circ}$  der Schmelzpunkt des Zinnes.

2. Die folgende Tabelle enthält ein Verzeichniß des Schmelzpunktes mehrerer Substanzen.

Substanzen.	Schmelzpunkt.
Tabelle des Blei . . . . .	$504^{\circ}$
Schmelzpunkt des Bismuth . . . . .	576
Zinn . . . . .	442
Schwefel . . . . .	212
Wachs . . . . .	$142^{\circ}$ *)

\*) Gebleichtes Wachs  $155^{\circ}$ . Nicholson.

Substanzen	Schmelzpunkt
Fettwachs . . . . .	133°
Phosphor . . . . .	100
Talg . . . . .	92
Anisöl . . . . .	50
Baumöl . . . . .	36
Eis . . . . .	32
Milch . . . . .	30
Weinessig . . . . .	28
Blut . . . . .	25
Bergamottöl . . . . .	23
Weine . . . . .	20
Terpentindl . . . . .	14
Schwefelsäure . . . . .	—36
Quecksilber . . . . .	—39
Tropfbarflüssiges Ammonium . . . . .	—46
Aether . . . . .	—46
Salpetersäure . . . . .	—66

Black's 3. Vor Black, der im Jahre 1757 seine chemischen Vorlesungen in Glasgow anfang, war man allgemein der Meinung, daß, wenn feste Körper nur erst bis zum Schmelzpunkte erhoben werden, sie durch einen geringen Zusatz von Wärme flüssig würden, und daß sie wiederum, so wie ihnen ein geringer Antheil von derjenigen Menge Wärmestoff, die erforderlich ist, um sie bei dieser Temperatur zu erhalten, entzogen werde, in den Zustand fester Körper zurückkehren. Eine aufmerksame Beobachtung der beim Flüssigwerden und Festwerden statt findenden Erscheinungen, überzeugte diesen Naturforscher von der Unzulässigkeit der herrschenden Meinung. Er stellte eine andere

auf, welche er durch unmittelbare Versuche bestätigte. Einen Abriss dieser Theorie, mit den sie unterstützenden Beweisen, legte er am 23sten April 1762 der litterarischen Gesellschaft zu Glasgow vor, und jedes Jahr nachher, setzte er dieselbe in seinen Vorlesungen weitläufig auseinander.

Daß die Flüssigkeit durch verborgene Wärme teperirt werde.

Er stellte die Meinung auf, daß, wenn ein fester Körper in den Zustand eines flüssigen übergehe, sich mit demselben eine weit größere Menge Wärmestoff verbinde, als unmittelbar nachher durch das Thermometer wahrgenommen werden könne. Diese große Menge Wärmestoff mache offenbar den Körper nicht wärmer, sondern verbinde sich nur darum mit ihm, um denselben in einen flüssigen Zustand zu versetzen; und dieser große Zusatz von Wärmestoff sey die vornehmste und unmittelbare Ursache der hervorgebrachten Flüssigkeit. Gehe auf der anderen Seite ein flüssiger Körper in den Zustand eines festen über, so verlasse ihn eine große Menge Wärmestoff, ohne daß dadurch seine Temperatur merklich vermindert werde, und der Zustand des Festseyns könne nicht eintreten, ohne daß eine beträchtliche Menge Wärmestoff entweiche. Oder mit anderen Worten, wenn ein fester Körper den Zustand der Flüssigkeit annimmt, so verbindet er sich mit einem gewissen Antheile Wärmestoff, ohne daß dadurch eine Vermehrung seiner Temperatur hervorgebracht werde; und dieser Antheil Wärmestoff ist es, welcher den Aggregatzustand des Körpers verändert. Wird die flüssige Substanz wiederum in eine feste verwandelt, so verläßt dieser Antheil Wärmestoff dieselbe, ohne daß dadurch eine Verminderung der Temperatur hervorgebracht werde, und eben durch das Entweichen dieses Antheils Wärmestoff wird die Veränderung des Zustandes

des Körpers bewirkt. So verursacht die Verbindung eines gewissen Antheils Wärmestoff mit dem Eise, daß dieses Wasser wird, und die Entweichung derselben Menge Wärmestoff aus dem Wasser, macht, daß dasselbe in Eis übergeht. Wasser ist demnach eine Zusammensetzung aus Eis und Wärmestoff, und überhaupt alle Flüssigkeiten sind Verbindungen derjenigen festen Substanz, in welche sie durch die Kälte verwandelt werden können, mit einem gewissen Antheile Wärmestoff.

Dies ist Black's Meinung über die Ursache der Flüssigkeit, welche er im Jahre 1762 vorgetragen hat. Die Beweise für dieselbe, enthalten folgende Versuche.

Wird durch  
Versuche bewie-  
sen.

Erstlich: Wird ein Stück Eis, dessen Temperatur  $22^{\circ}$  ist, in ein warmes Zimmer gebracht, so wird es in sehr kurzer Zeit bis auf  $32^{\circ}$  erwärmt, welches der natürliche Gefrierpunkt ist. Alsdann fängt es an zu schmelzen; allein dieses erfolgt sehr langsam, und es vergehen mehrere Stunden, ehe das Eis völlig geschmolzen ist. Während dieser ganzen Zeit, bleibt die Temperatur derselben  $32^{\circ}$ : da es aber beständig mit warmer Luft umgeben ist, so hat man Grund zu glauben, daß ihm ununterbrochen Wärmestoff zugeführt werde. Da nun das Thermometer hiervon keine Anzeige thut, so kann man mit Grund schließen, daß sich der Wärmestoff mit demjenigen Antheile Eis, der in Wasser verwandelt worden ist, verbunden habe, und daß derselbe die Ursache vom Schmelzen des Eises sey.

Black nahm zwei dünne kugelförmige Gläser, die 4 Zoll im Durchmesser hatten, und beinahe an Gewicht gleich waren. Sie wurden beide mit Wasser angefüllt, der Inhalt des einen wurde in eine feste Eismasse verwandelt, der Inhalt des an-

deren wurde bis auf  $33^{\circ}$  abgekühlt. Hierauf wurden beide Gläser in einem geräumigen Zimmer, dessen Temperatur  $47^{\circ}$  betrug, entfernt von allen anderen Körpern aufgehängt. In einer halben Stunde stieg das in dem mit Wasser angefüllten Gefäße befindliche Thermometer von  $33^{\circ}$  bis  $40^{\circ}$  oder 7 Grad; das in dem andern Gefäße befindliche Eis, war anfänglich  $4^{\circ}$  bis  $5^{\circ}$  kälter, als schmelzender Schnee, allein in wenigen Minuten, zeigte ein mit demselben in Verbindung gebrachtes Thermometer  $32^{\circ}$ . Der Moment, in welchem es diese Temperatur erreichte, wurde bemerkt, und das Ganze ungestört  $10\frac{1}{2}$  Stunde in diesem Zustande gelassen. Nach Verlauf dieser Zeit war alles Eis geschmolzen, bis auf eine geringe Menge einer schwammigen Masse, welche oben auf schwamm, und in wenigen Minuten verschwand. Die Temperatur des geschmolzenen Eises war 40 Grad.

Es waren demnach  $10\frac{1}{2}$  Stunde erforderlich, um das Eis zu schmelzen, und es auf die Temperatur von  $40^{\circ}$  zu erheben. Während dieser ganzen Zeit mußte es mit derselben Schnelligkeit, wie das mit Wasser angefüllte Gefäß in der ersten halben Stunde, Wärmestoff erhalten. Die ganze Menge Wärmestoff, die demnach dem Eise zugeführt war, betrug 21 mal 7, oder  $147^{\circ}$ ; allein die Temperatur desselben war nur  $40^{\circ}$ , folglich sind  $139^{\circ}$  oder  $140^{\circ}$  von dem schmelzenden Eise absorbiert worden, die in dem Wasser, in welches das Eis verwandelt worden war, verborgen seyn mußten, weil sie durch das Thermometer nicht angegeben wurden \*).

Daß aber wirklich Wärmestoff dem Eise zugeführt werde, kann man leicht wahrnehmen, wenn man die Hand an

---

\*) Black's Lectures I, 120.

ein Thermometer legt, das unter einem mit Eise gefüllten Gefäße befindlich ist. Man bemerkt, so lange das Schmelzen des Eises dauert, daß sich von demselben ein Strom kalter Luft herabsenkt.

Man könnte aber einwenden, daß der Wärmestoff, welcher in das Eis eindringt, nicht in demselben bleibe, sondern verschwinde. Diese Meinung wird durch folgenden Versuch widerlegt.

Zweitens: Man stelle ein Gefäß, das mit Wasser, dessen Temperatur  $52^{\circ}$  beträgt, angefüllt worden, an die freie Luft, in welcher das Thermometer  $22^{\circ}$  zeigt; über dasselbe stelle man ein anderes Gefäß mit einer Auflösung von Kochsalz von derselben Temperatur, und versehen jedes Gefäß mit einem Thermometer. Beide verlieren allmählig Wärmestoff, bis sie auf die Temperatur von  $32^{\circ}$  herabgebracht sind. Die Auflösung des Kochsalzes, welche erst dann gefriert, wenn ihre Temperatur  $0^{\circ}$  ist, fährt fort, Wärmestoff zu verlieren, und kommt nach und nach auf  $22^{\circ}$ , welches die Temperatur der Luft ist; allein das reine Wasser bleibt beständig auf der Temperatur von  $32^{\circ}$ . Es friert zwar, allein sehr langsam, und so lange dieses dauert, bleibt die Temperatur unverändert  $32^{\circ}$ . Wie sollte nun die eine Flüssigkeit auf einmal aufhören, Wärmestoff fahren zu lassen, und nicht die andere? Ist es nicht ungleich wahrscheinlicher, daß sich bei dem Gefrieren des Wassers aus demselben nach und nach derjenige Wärmestoff entwickelt, den es beim Flüssigwerden absorbiert hat, und daß dieser Entwicklung ungeachtet derjenige Antheil, welcher während dem ganzen Prozesse an der Luft entweicht, die Temperatur auf  $32^{\circ}$  erhält. Man kann sich sehr leicht überzeugen, daß das Wasser beim Gefrieren Wärme-

stoff an die umgebende Luft abgebe; denn ein empfindliches Thermometer, welches über dasselbe aufgehangen wird, wird ununterbrochen von einem Luftströme, der weniger kalt als die umgebende Luft ist, afficirt \*). Folgende Versuche, die Fahrenheit zuerst angestellt, Black nachher öfters wiederholt hat, geben einen augenscheinlichen Beweis, daß während dem Gefrieren wirklich eine solche Entwicklung des Wärmestoffs statt finde.

Drittens: Setzt man Wasser, in welches ein Thermometer gesenkt worden, in einem dünnen Bierglase, das bedeckt worden ist, einer Temperatur von  $22^{\circ}$  aus, so erkaltet das Wasser nach und nach bis zu  $22^{\circ}$ , ohne zu gefrieren. Seine Temperatur ist demnach,  $10^{\circ}$  unter dem Gefrierpunkte. Wird das Wasser unter diesen Umständen geschüttelt, so gefriert ein Theil desselben augenblicklich zu einer schwammigen Masse, und die Temperatur des Ganzen steigt schnell auf den Gefrierpunkt, so daß das Wasser plötzlich um 10 Grade wärmer geworden ist. Woher kommen aber diese 10 Grade? Ist es nicht offenbar, daß sie der Theil des Wassers, welcher gefroren ist, hergegeben hat, und daß folglich das Wasser beim Gefrieren Wärmestoff fahren läßt.

Ich halte mich aus einer großen Anzahl von Versuchen, die ich über diesen Gegenstand angestellt habe, zu dem Schlusse berechtigt, daß die Menge des Eises, welche plötzlich bei dem Schütteln des Wassers, das bis unter den Gefrierpunkt erkaltet worden ist, gebildet wird, in einem beständigen Verhältnisse zu der Kälte der Flüssigkeit vor dem Schütteln stehe. So fand ich, daß, wenn das Wasser bis auf  $22^{\circ}$  erkaltet

---

\*) Black's Lectures I, 127.

worden, ungefähr  $\frac{1}{4}$  der ganzen Masse gefror \*); war das Wasser vorher auf  $27^{\circ}$  erkaltet, so gefror  $\frac{1}{8}$  der ganzen Masse. Es gelang mir nicht, befriedigende Versuche bei Temperaturen, die niedriger, als  $22^{\circ}$  waren, anzustellen; allein ich schließe nach Analogie, daß für jede  $5^{\circ}$ , welche das Wasser, ohne zu gefrieren, unter den Gefrierpunkt erkaltet worden ist,  $\frac{1}{8}$  der Flüssigkeit schnell beim Schütteln gefriere. Könnte man demnach Wasser, ohne daß es gefröre, 28 mal  $5^{\circ}$  unter  $32^{\circ}$  erkalten, so würde die ganze Masse, wenn sie geschüttelt würde, augenblicklich gefrieren, und die Temperatur des Eises würde  $32^{\circ}$  seyn. Nun verdient es aber Aufmerksamkeit, daß  $5 \times 28 = 140$  genau die Menge Wärmestoff giebt, welche sich nach Black's Versuchen mit dem Eise verbindet, wenn es im Wasser verwandelt wird.

Hieraus folgt, daß in allen Fällen, in welchen das Wasser unter  $32^{\circ}$  erkaltet wird, es einen Theil von demjenigen Wärmestoff verliert, der erforderlich ist, um es im flüssigen Zustande darzustellen. In dem Augenblicke, in welchem das Wasser geschüttelt wird, bemächtigt sich ein Theil der Flüssigkeit eines Antheiles Wärmestoff, der ihm fehlt, auf Kosten eines anderen Antheiles Wasser, welcher dem gemäß in Eis verwandelt wird. Wird z. B. Wasser bis auf  $22^{\circ}$  erkaltet, so fehlen jedem Theilchen desselben von demjenigen Wärmestoffe, der erforderlich ist, um es im flüssigen Zustande zu erhalten,  $10^{\circ}$ . Dem vierzehnten Theile entzieht jeder der dreizehn übrigen  $10^{\circ}$ . Diese dreizehn Theile nehmen demnach die Temperatur von  $32^{\circ}$  an; und der andere Theil, dem  $10 \times 13 = 130$ , welche mit den  $10^{\circ}$ , die er vorher verloren

---

\*) Eine Mittelzahl aus verschiedenen Versuchen.

fel unterworfen, daß seine Flüssigkeit von dem in ihm enthaltenen Wärmestoff herrühre, und daß der Wärmestoff welcher erforderlich ist, Eis flüssig zu machen,  $140^{\circ}$  betrage.

Derjenigen Menge Wärmestoff, welche durch ihre Verbindung mit den festen Körpern, die Flüssigkeit derselben veranlaßt, gab Black den Namen der verborgenen Wärme, weil das Thermometer ihre Gegenwart nicht bemerklich macht. Dieser Ausdruck ist bezeichnend genug, allein andere Naturforscher haben es zweckmäßiger gefunden, sie den Wärmestoff der Flüssigkeit zu nennen.

Black und seine Freunde fanden gleichfalls durch Versuche, daß die Flüssigkeit des geschmolzenen Wachses, Talges, Wallrathes und der Metalle von derselben Ursache herrühre. Landriani zeigte, daß dieß der Fall mit Schwefel, Alaun, Salpeter und verschiedenen Metallen sey \*). Ueberhaupt hat man es bei allen bisher untersuchten Substanzen bestätigt gefunden. Man kann es daher als ein allgemeines Gesetz ansehen, daß jedesmal, wenn ein fester Körper in einen flüssigen verwandelt wird, er sich mit Wärmestoff verbindet, und daß dieses die Ursache seiner Flüssigkeit sey.

und ander: 4. Aus des Dr. Irvine's \*\*) Versuchen ter Körper, geht hervor, daß der Wärmestoff der Flüssigkeit

beim Wallrath betrage  $145^{\circ}$

beim Bienenwachse .  $175^{\circ}$

beim Zinn . . .  $500^{\circ}$

Dieß sind die einzigen Substanzen, in welchen die  
Quant

\*) Jour. de Phys. XXV.

\*\*) Black's Lectures Vol. I, p. 187.

Quantität des Wärmestoffes, welche während des Schmelzens absorbirt wird, ausgemittelt worden ist. Bei allen sieht man die Regel bestätigt, daß die Menge des Wärmestoffes, wie die Temperatur, bei welcher das Flüssigwerden statt findet, zunimmt.

Die Weichheit und Ziehbarkeit der Körper rühren von derselben Ursache her. Dr. Black hat es äußerst wahrscheinlich gemacht, oder vielmehr, er hat es durch Versuche und Beobachtungen erwiesen, daß die Weichheit solcher Körper, die durch den Wärmestoff in den Zustand versetzt werden, daß sie sich formen lassen, von einem Antheile verborgenen Wärmestoffes herrühre, der sich mit denselben verbindet. Die Streckbarkeit und Ziehbarkeit der Metalle rührt von derselben Ursache her. Dieß ist der Grund, warum sie beim Hämmern heiß und spröde werden.

II. Aus dem Vorhergehenden ersieht man, daß die Umwandlung fester Körper in flüssige dadurch hervorgebracht werde, daß sich ein Theil Wärmestoff mit dem festen Körper verbindet. Allein es giebt noch eine, und zwar merkwürdigere Veränderung, welche die Körper erleiden, wenn sie der Einwirkung der Wärme ausgesetzt werden. Fast alle Flüssigkeiten nehmen, wenn sie bis auf eine gewisse Temperatur gebracht werden, nach und nach den Zustand einer elastischen Flüssigkeit an; sie ähneln alsdann der Luft, und besitzen, wie sie, dieselben mechanischen Eigenschaften. So wird Wasser durch Kochen in Wasserdampf verwandelt, der eine unsichtbare Flüssigkeit ist, ein achtzehnhundertmal so großes Volumen einnimmt, als das Wasser, aus welchem er gebildet wurde, und der eben so elastisch, als die Luft ist. Diese Flüssigkeiten behalten ihren elastischen Zustand so lange bei, als die Temperatur derselben hoch genug ist; so wie sie aber

abgefühlt werden, verlieren sie diesen Zustand, und werden in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt. Alle tropfbaren Flüssigkeiten, selbst eine beträchtliche Menge fester Körper, können, wenn sie zu der erforderlichen Temperatur erhoben werden, in diesen Zustand versetzt werden.

Einige Körper werden bei allen Temperaturen in Dämpfe verwandelt, andere nicht.

2. Die Flüssigkeiten lassen sich in Rücksicht der Temperaturen, bei welchen sie in Dämpfe verwandelt werden, unter zwei Abtheilungen bringen. Es giebt einige tropfbare Flüssigkeiten, die bei jeder Temperatur nach und nach in Dämpfe verwandelt werden; andere hingegen erfahren diese Veränderung erst dann, wenn ihre Temperatur einen gewissen Grad erreicht hat. Das Wasser ist ein allgemein bekanntes Beispiel eines zur ersten Klasse gehörenden Körpers. Wird dasselbe in einem offenen Gefäße einige Zeit hingestellt, so findet man bei sorgfältiger Untersuchung, daß sich das Volumen von Tage zu Tage vermindert, und zuletzt verschwindet es gänzlich. Wird der Versuch in einem gehörig weiten Gefäße, das vorher luftleer gemacht worden, angestellt, so bemerkt man, daß das Wasser bei jeder Temperatur das Gefäß als ein unsichtbarer Dampf anfüllt. Der Alkohol, der Aether und die flüchtigen Oele, nehmen gleichfalls bei allen Temperaturen den Zustand elastischer Flüssigkeiten an. Schwefelsäure hingegen, und die fetten Oele werden erst dann, wenn sie auf eine gewisse Temperatur gebracht werden, in Dämpfe verwandelt. Wenn man sie auch in offenen Gefäßen stehen läßt, so verlieren sie dennoch nicht merklich von ihrem Gewichte; ja die Schwefelsäure mag noch so lange einer Temperatur, die der Siedhitze des Wassers gleich ist, ausgesetzt werden, so bleibt dennoch das Gewicht derselben unverän-

dert. Wenn tropfbare Flüssigkeiten allmählig bei allen Temperaturen in Dämpfe verwandelt werden, so sagt man, sie verdunsten freiwillig. Der zweiten Klasse von Flüssigkeiten fehlt diese Eigenschaft gänzlich.

Erklärung des  
Siedens.

3. Sind alle übrigen Umstände gleich, so nimmt das Verdunsten der Flüssigkeiten mit der Temperatur zu, und wenn sie bis auf einen gewissen Grad erhitzt sind, so gehen sie mit großer Schnelligkeit in den Zustand einer elastischen Flüssigkeit über. Wirkt, wie es gewöhnlich der Fall ist, die Hitze auf den Boden des Gefäßes, welches die Flüssigkeit enthält, so werden, nachdem die ganze Flüssigkeit diese Temperatur angenommen hat, diejenigen Theilchen, welche sich zunächst am Boden befinden, zuerst in Dämpfe verwandelt. Sie steigen, sowie sie gebildet werden, durch die Flüssigkeit hindurch, und setzen das Ganze in eine heftige Bewegung. Man sagt alsdann von der Flüssigkeit, sie kochet. Jede besondere Flüssigkeit hat einen bestimmten Punkt (wenn alle übrigen Umstände gleich sind) bei welchem sie zu kochen anfängt, und dieser wird der Siedpunkt der Flüssigkeit genannt. So fängt das Wasser zu kochen an, wenn seine Temperatur bis auf  $212^{\circ}$  erhöht worden. Es verdient bemerkt zu werden, daß, wenn eine Flüssigkeit bis zum Kochen gebracht worden, sie dennoch, so sehr man auch das Feuer verstärke, nicht heißer werde. Eine starke Hitze macht zwar, daß sie rascher kocht, allein sie erhöht die Temperatur derselben nicht.

Siedpunkt:

te.

4. Folgende Tabelle enthält die Siedpunkte mehrerer Flüssigkeiten;

Körper.	Siedpunkt.
Aether . . . . .	98°
Ammonium . . . . .	140°*)
Alkohol . . . . .	176
Wasser . . . . .	212
Salzsaure Kalkerde . . . . .	230°*)
Salpetersäure . . . . .	248
Schwefelsäure . . . . .	590°*)
Phosphor . . . . .	554
Terpentindl . . . . .	560
Schwefel . . . . .	570
Leindl . . . . .	600
Quecksilber . . . . .	660°*).

Eind verschied  
den nach Vers  
chiedenheit des  
Druckes.

5. Es wurde, da von dem Schmelzpunkte der festen Körper geredet wurde, bemerkt, daß er, wenn man die Verhältnisse der Körper ändert, sehr verschieden ausfallen könne. So läßt sich Wasser ohne zu gefrieren, unter die Temperatur von 32° erkälten. Der Siedpunkt ist noch weniger beständig, und hängt gänzlich von dem Drucke ab, dem die zu kochende Flüssigkeit ausgesetzt wird. Wird der Druck vermindert, so kocht die Flüssigkeit bei einer niederen Temperatur; wird er vermehrt, so ist hierzu eine höhere Temperatur erforderlich. Robison fand bei seinen Versuchen, daß im luftleeren Raume die Flüssigkeiten bei einer um 145 Grade niedrigeren Temperatur kochen, als an der freien Luft, bei einem Drucke, der 30 Zollen Quecksilber gleich ist. Dem gemäß würde Wasser im luftleeren Raume bei 67°, und Alkohol bei 34° kochen. In dem

\*) Dalton.

Papinianischen Digestor kann, die Temperatur des Wassers auf  $300^{\circ}$ , ja sogar auf  $400^{\circ}$  erhoben werden, ohne daß es kocht; allein in dem Augenblicke, da dieser große Druck nachläßt, fängt die Flüssigkeit mit ausnehmender Gewalt zu kochen an.

Die Elasticität der Dämpfe nimmt mit der Temperatur zu. 6. Die Elasticität aller elastischen Flüssigkeiten, in welche man die tropfbaren Flüssigkeiten durch die Wärme verwandelt, nimmt mit der Temperatur zu; und der Dampf, welcher, wenn man die Flüssigkeit an der freien Luft kocht, gebildet wird, besitzt eine Elasticität, die der, der atmosphärischen Luft vollkommen gleich ist, oder die in der Mittelzahl einer Quecksilbersäule von 30 Zoll das Gleichgewicht hält. Folgende sehr wichtige Tabelle, die Dalton \*) nach seinen eigenen Versuchen entworfen hat, stellt die Elasticität des Wasserdampfes bei allen Temperaturen von  $-40^{\circ}$  bis zu  $325^{\circ}$  dar. Die Elasticität aller Temperaturen von  $32^{\circ}$  bis  $212^{\circ}$ , wurde durch Versuche gefunden, die übrigen wurden nach dem bemerkten Verhältnisse, nach welchem sich die Elasticität nach Verschiedenheit der Temperatur vermehrte, oder verminderte, berechnet.

---

\*) Manchester Mem. V, 559.

Tabelle von der Elasticität der Wasserdämpfe.

Temperatur.	Kraft der Dämpfe wie durch Bolze Quecksilber aus- gedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe wie durch Bolze Quecksilber aus- gedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe wie durch Bolze Quecksilber aus- gedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe wie durch Bolze Quecksilber aus- gedrückt.
—40 <sup>o</sup>	0,013	37 <sup>o</sup>	0,237	79 <sup>o</sup>	0,971	121 <sup>o</sup>	3,42
—30	0,020	38	0,245	80	1,00	122	3,50
—20	0,030	39	0,254	81	1,04	123	3,59
—10	0,043	40	0,263	82	1,07	124	3,69
0	0,064	41	0,273	83	1,10	125	3,79
1	0,066	42	0,283	84	1,14	126	3,89
2	0,068	43	0,294	85	1,17	127	4,00
3	0,071	44	0,305	86	1,21	128	4,11
4	0,076	45	0,316	87	1,24	129	4,22
5	0,076	46	0,328	88	1,28	130	4,34
6	0,079	47	0,339	89	1,32	131	4,47
7	0,082	48	0,351	90	1,36	132	4,60
8	0,085	49	0,363	91	1,40	133	4,73
9	0,087	50	0,375	92	1,44	134	4,86
10	0,090	51	0,388	93	1,48	135	5,00
11	0,093	52	0,401	94	1,53	136	5,14
12	0,096	53	0,415	95	1,58	137	5,29
13	0,100	54	0,429	96	1,63	138	5,44
14	0,104	55	0,443	97	1,68	139	5,59
15	0,108	56	0,458	98	1,74	140	5,74
16	0,112	57	0,474	99	1,80	141	5,90
17	0,116	58	0,490	100	1,86	142	6,05
18	0,120	59	0,507	101	1,92	143	6,21
19	0,124	60	0,524	102	1,98	144	6,37
20	0,129	61	0,542	103	2,04	145	6,53
21	0,134	62	0,560	104	2,11	146	6,70
22	0,139	63	0,578	105	2,18	147	6,87
23	0,144	64	0,597	106	2,25	148	7,05
24	0,150	65	0,616	107	2,32	149	7,23
25	0,156	66	0,635	108	2,39	150	7,42
26	0,162	67	0,655	109	2,46	151	7,61
27	0,168	68	0,676	110	2,53	152	7,81
28	0,174	69	0,698	111	2,60	153	8,01
29	0,180	70	0,721	112	2,68	154	8,20
30	0,186	71	0,745	113	2,76	155	8,40
31	0,193	72	0,770	114	2,84	156	8,60
32	0,200	73	0,796	115	2,92	157	8,81
33	0,207	74	0,823	116	3,00	158	9,02
34	0,214	75	0,851	117	3,08	159	9,24
35	0,221	76	0,880	118	3,16	160	9,46
36	0,229	77	0,910	119	3,25	161	9,68
		78	0,940	120	3,33	162	9,91

(Fortsetzung der Tabelle.)

Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Bolle Quecksilber ausgedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Bolle Quecksilber ausgedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Bolle Quecksilber ausgedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Bolle Quecksilber ausgedrückt.
163 <sup>o</sup>	10,15	204 <sup>o</sup>	25,61	245 <sup>o</sup>	53,88	286 <sup>o</sup>	95,48
164	10,41	205	26,13	246	54,68	287	96,64
165	10,68	206	26,66	247	55,54	288	97,80
166	10,96	207	27,20	248	56,42	289	98,96
167	11,25	208	27,74	249	57,31	290	100,12
168	11,54	209	28,29	250	58,21	291	101,28
169	11,83	210	28,84	251	59,12	292	102,45
170	12,13	211	29,41	252	60,05	293	103,63
171	12,43	212	30,00	253	61,00	294	103,80
172	12,73	213	30,60	254	61,92	295	105,97
173	13,02	214	31,21	255	62,85	296	107,14
174	13,32	215	31,83	256	63,76	297	108,31
175	13,62	216	32,46	257	64,82	298	109,48
176	13,92	217	33,09	258	65,78	299	110,64
177	14,22	218	33,72	259	66,75	300	111,81
178	14,52	219	34,35	260	67,73	301	112,98
179	14,83	220	34,99	261	68,72	302	114,15
180	15,15	221	35,63	262	69,72	303	115,32
181	15,50	222	36,25	263	70,73	304	116,50
182	15,86	223	36,88	264	71,74	305	117,68
183	16,23	224	37,53	265	72,76	306	118,86
184	16,61	225	38,20	266	73,77	307	120,03
185	17,00	226	38,89	267	74,79	308	121,20
186	17,40	227	39,59	268	75,80	309	122,37
187	17,80	228	40,30	269	76,82	310	123,53
188	18,20	229	41,02	270	77,85	311	124,69
189	18,60	230	41,75	271	78,89	312	125,85
190	19,00	231	42,49	272	79,94	313	127,00
191	19,42	232	43,24	273	80,98	314	128,15
192	19,86	233	44,00	274	82,01	315	129,29
193	20,32	234	44,78	275	83,13	316	130,43
194	20,77	235	45,58	276	84,35	317	141,57
195	21,22	236	46,39	277	85,47	318	132,72
196	21,68	237	47,20	278	86,50	319	133,86
197	22,13	238	48,02	279	87,63	320	135,00
198	22,69	239	48,84	280	88,75	321	136,14
199	23,16	240	49,67	281	89,87	322	137,28
200	23,64	241	50,50	282	90,99	323	138,42
201	24,12	242	51,34	283	92,11	324	139,56
202	24,61	243	52,18	284	93,23	325	140,70
203	25,10	244	53,03	285	94,35		

Die Elasticität aller Dämpfe bei gleichem Stand vom Siedpunkte ist gleich. Dalton hat ferner gefunden, daß die Elasticität jedes anderen Dampfes in derselben Entfernung vom Siedpunkte derjenigen Flüssigkeit aus welcher er gebildet worden, genau dieselbe, wie die des Wassers, bei derselben Entfernung von Siedpunkte des letzteren sey. So kocht z. B. das Wasser bei einer Temperatur von  $212^{\circ}$ , die Elasticität desselben bei der Temperatur von  $132^{\circ}$ , oder  $30^{\circ}$  unter seinem Siedpunkte ist, wie die Tabelle zeigt, 15,86. Der Alkohol kocht bei  $176^{\circ}$ ; die Elasticität des Alkoholdampfes bei  $146^{\circ}$  oder  $30^{\circ}$  unter seinem Siedpunkte ist gleichfalls 15,86. Diese sehr wichtige Entdeckung setzt uns in Stand, die Elasticität der Dämpfe aller Flüssigkeiten, bei jeder beliebigen Temperatur zu bestimmen, sobald ihre Siedpunkte bekannt sind. Man darf nur suchen, wie viele Grade die Temperatur, für welche man die Elasticität der Dämpfe zu finden wünscht, vom Siedpunkte dieser Flüssigkeit entfernt sey. Dieselbe Anzahl von Graden zu  $212^{\circ}$  zugezählt oder abgezogen, giebt uns diejenige Temperatur, neben welcher in der mitgetheilten Tabelle die verlangte Elasticität bemerkt ist.

Dämpfe sind mit Wärmestoff verbundene tropfbare Flüssigkeiten. 7. Dieß sind die Erscheinungen, welche bei der Umwandlung der tropfbaren Flüssigkeit in Dämpfe statt finden. Black wandte seine Theorie von der verborgenen Wärme mit großem Scharfsinne auf diese Umwandlung an, und zeigte, daß sie von derselben Ursache herrühre, wie die Umwandlung der festen Körper in tropfbare Flüssigkeiten, nemlich von der Verbindung eines gewissen Antheils Wärmestoff mit der Flüssigkeit, ohne daß dadurch die Temperatur vermehrt werde.

Die Wahrheit dieser wichtigen Thatsache, wurde durch folgende Versuche bewährt:

Erstlich. Setzt man ein Gefäß mit Wasser über das Feuer, so wird das Wasser allmählig heißer, bis es eine Temperatur von  $212^{\circ}$  erreicht; nachmals wird die Temperatur desselben nicht vermehrt. Nun dringt aber beständig Wärmestoff in das Wasser ein, und verbindet sich mit dem Wasser. Da aber das Wasser nicht heißer wird, so muß der Wärmestoff sich mit demjenigen Antheile desselben verbinden, der alsdann entweicht; allein die Temperatur des Dampfes beträgt nur  $212^{\circ}$ ; folglich vermehrt der Wärmestoff, welcher sich mit ihm verbunden hat, seine Temperatur nicht. Wir müssen demnach schließen, daß die Umwandlung des tropfbaren Wassers in Wasserdampf, von der Verbindung mit diesem Wärmestoffe herrühre, denn er bringt keine andere Veränderung hervor.

Black setzte etwas Wasser in einem dünnen zinnernen Gefäße auf glühendes Eisen. Die Temperatur des Wassers war  $50^{\circ}$ ; in 4 Minuten fing es an zu kochen, und in 20 Minuten war es ganz verdampft. Während den ersten 4 Minuten hatte es  $162^{\circ}$ ; oder in einer Minute  $40\frac{1}{2}^{\circ}$  Wärme erhalten. Nimmt man nun an, daß es in jeder Minute, so lange das Kochen dauerte, eben so viel Wärmestoff erhalten habe, der sich mit dem Wasser verband, und es in Wasserdampf verwandelte, so mußte die Menge desselben  $40\frac{1}{2} \times 20 = 810^{\circ}$  \*) betragen haben. Diesen Wärmestoff giebt das Thermometer nicht an, denn die Temperatur des Was-

\*) Black's Lectures I, 157.

ferdampfes beträgt nur  $212^{\circ}$ ; aus diesem Grunde nannte ihn Black verborgene Wärme.

Zweitens: Man kann das Wasser in dem Papimaischen Topfe, ohne daß es kocht, bis auf  $400^{\circ}$  erhitzen; weil der Wasserdampf gewaltsam zusammengedrückt, und verhindert wird, zu entweichen. Wird der Deckel des Gefäßes unter diesen Umständen schnell geöffnet, so dringt ein Theil des Wassers im Zustande des Dampfes heraus, allein der größere Theil bleibt als tropfbare Flüssigkeit zurück, und seine Temperatur sinkt augenblicklich auf  $212^{\circ}$ ; folglich sind  $188^{\circ}$  Wärmestoff plötzlich verschwunden. Dieser Wärmestoff muß durch den Wasserdampf fortgeführt worden seyn. Da nur ungefähr der fünfte Theil des Wassers in Wasserdampf verwandelt wurde, so müssen in demselben nicht allein seine eigenen  $188^{\circ}$ , sondern auch die  $188^{\circ}$ , die ein jeder der vier übrigen Theile verloren hat, befindlich seyn; dieß will so viel sagen, er muß  $188^{\circ} \times 5$  oder ungefähr  $940^{\circ}$  enthalten. Wasserdampf ist demnach Wasser, das mit wenigstens  $940^{\circ}$  Wärmestoff verbunden ist, deren Gegenwart das Thermometer nicht anzeigt. Dieser Versuch wurde zuerst von Black angestellt, und nachmals mit größerer Genauigkeit von Watt wiederholt.

Drittens: Bringt man heiße Flüssigkeiten unter die Glocke einer Luftpumpe, so fangen, wenn die Luft schnell hinweggenommen wird, die Flüssigkeiten zu kochen an, und ihre Temperatur sinkt sehr schnell um eine beträchtliche Anzahl Grade. So wird Wasser, welches ungleich heißer war, bald auf eine Temperatur von  $70^{\circ}$  zurückgebracht; und Aether wird bald so kalt, daß Wasser, welches das Gefäß, in dem er enthalten ist, umgiebt, gefriert. In diesen Fällen

führt der Dampf offenbar den Wärmestoff der Flüssigkeit hinweg; allein die Temperatur des Dampfes ist niemals größer, als die der Flüssigkeit selbst; der Wärmestoff muß sich demnach mit dem Dampfe verbinden, und verborgener Wärmestoff werden.

Viertens: Wird ein Theil Wasserdampf, dessen Temperatur  $212^{\circ}$  beträgt, mit einem Theile Wasser dem Gewichte nach, dessen Temperatur  $26^{\circ}$  ist, vermischt, so nimmt der Dampf augenblicklich den Zustand des tropfbaren Wassers an, und die Temperatur ist nach der Mischung  $178,6^{\circ}$ ; es hat folglich jeder der 9 Theile Wasser  $116,6^{\circ}$  Wärmestoff erhalten; folglich der Wasserdampf  $9 \times 116,6^{\circ} = 1049,4^{\circ}$  Wärmestoff verloren. Da aber die Temperatur des Wasserdampfes  $33,4^{\circ}$  Wärmestoff verloren hat, so muß diese Summe abgezogen werden. Dessenungeachtet bleiben noch mehr als 1000 Grade übrig, welches die Menge Wärmestoff ist, die ohne die Temperatur zu vermehren, in dem Wasserdampfe enthalten war. Dieser Versuch läßt sich nicht unmittelbar anstellen; man kann aber diesen Zweck dadurch erreichen, daß man eine abgewogene Menge Wasserdampf durch eine schlangenförmig gewundene Röhre, die mit einem bestimmten Gewichte Wasser umgeben ist, hindurchgehen läßt. Der Zuwachs der Temperatur, welchen das Wasser erhält, zeigt die Menge des Wärmestoffes an, welche der Wasserdampf bei seiner Verdichtung fahren läßt. Aus Watt's Versuchen, die auf die angegebene Art angestellt worden sind, geht hervor, daß die verborgene Wärme des Wasserdampfes  $940^{\circ}$  betrage: nach Lavoisier's Versuchen übersteigt dieselbe mehr als  $1000^{\circ}$ .

Durch die Versuche von Black und seinen Freunden

wurde ausgemittelt, daß nicht allein das Wasser, sondern alle andere Flüssigkeiten, wenn sie in Dämpfe verwandelt werden, sich einen Theil Wärmestoff aneignen, durch den ihre Temperatur nicht erhöht wird, und daß jede elastische Flüssigkeit bei ihrem Uebergange in eine tropfbare, einen Theil Wärmestoff fahren lasse, ohne daß dadurch die Temperatur verändert werde. Black's Gesetz ist demnach ganz allgemein, und erstreckt sich auf jede Veränderung im Aggregatzustande der Körper. Die Ursache der Umwandlung eines festen Körpers in einen tropfbar flüssigen ist die Verbindung des festen Körpers mit Wärmestoff; die der Umwandlung eines tropfbar flüssigen in einem elastisch flüssigen ist die Verbindung des tropfbar flüssigen mit dem Wärmestoffe. Tropfbare Flüssigkeiten sind feste mit Wärmestoff verbundene Körper; elastische Flüssigkeiten sind tropfbare, die mit Wärmestoff verbunden sind. Dieses Gesetz läßt sich in seiner allgemein-

Allgemeines  
von Black's er-  
decktes Gesetz. sten Form folgendermaßen ausdrücken: Wenn ein Körper seinen Zustand verändert, so verbindet er sich mit Wärmestoff, oder trennt sich von dem Wärmestoffe.

Es wird niemand in Abrede seyn, daß dieses eine der wichtigsten in der Chemie gemachten Entdeckungen sey. Die Wissenschaft verdankt sie allein dem Scharfsinne von Black. Andere Naturforscher haben zwar Ansprüche darauf gemacht; allein diese Ansprüche sind entweder ohne Grund, oder man kann darthun, daß ihre Begriffe über diesen Gegenstand durch Black's Vorlesungen veranlaßt worden sind, indem sie ihre Meinungen erst mehrere Jahre nachher, nachdem Black auf den Lehrstühlen zu Glasgow und Edinburgh seine Theorie entwickelt hatte, dieselben vortragen.

Gasarten. III. Eine beträchtliche Menge, sowohl fester, als tropfbarflüssiger Substanzen, läßt sich durch die Wärme in elastische Flüssigkeiten verwandeln; die so lange, als die Temperatur hoch genug bleibt, alle mechanischen Eigenschaften eines Gases behalten. Es ist äußerst wahrscheinlich, daß, wenn man einen Feuergrad, der stark genug wäre, anwenden könnte, sich alle Naturkörper in einen gasförmigen Zustand würden versetzen lassen. Dieß ist die von den

Werdn für Naturforschern jetzt allgemein angenommene Meinung. Wenn sich aber alle Körper durch tropfbare Flüssigkeiten gehalten, die sich mit Wärme in elastische Flüssigkeiten verwandeln lassen, so ist es äußerst wahrscheinlich, daß, wofern man die elastischen Flüssigkeiten einer genugsam niedrigen Temperatur aussetzen könnte, sie sich ihrer seits in feste oder tropfbarflüssige Substanzen würden umändern lassen. Unter diesen Umständen muß man annehmen, daß alle Gasarten ihre Elasticität durch einen gewissen Antheil Wärmestoff erhalten: sie müssen als Zusammensetzungen des Wärmestoffes mit einem festen, oder tropfbarflüssigen Körper betrachtet werden. Diese Meinung wurde zuerst von *Amontons* aufgestellt, und von *Black*, *Lavoisier* und seinen Anhängern mit vielem Scharfsinne unterstützt. Sie ist jetzt die herrschende Meinung, und wird nicht allein durch Analogie, sondern auch durch mehrere auffallende Thatfachen bewährt.

Welche die Kälte verdichtet. I. Wird diese Meinung angenommen, so muß man einräumen, daß alle Gasarten durch Entziehung des Wärmestoffes ihre Elasticität verlieren können. Sie unterscheiden sich von den Dämpfen nur dadurch, daß eine größere Menge Wärmestoff erfordert wird, um diese Verän-

derungen hervorzubringen. Die Erfahrung lehrt aber wirklich, daß verschiedene Gasarten, wenn ihnen Wärmestoff entzogen wird, in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt werden können. Die oxydirte Salzsäure wird bei einer Temperatur, die wenig niedriger als  $40^{\circ}$  ist, in eine tropfbare Flüssigkeit verwandelt, und bei  $32^{\circ}$  bildet sie sogar feste Krystalle. Bei einer Temperatur von  $-45^{\circ}$ , wird das gasförmige Ammonium zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichtet. Keine von den übrigen Flüssigkeiten ist bisher verdichtet worden.

und durch den Druck. 2. Es ist eine allgemeine bekannte Thatsache, daß die Verdichtung der Dämpfe durch den Druck sehr befördert wird: allein die Wirkung des Druckes nimmt ab, sowie die Temperatur der Dämpfe zunimmt. Es ist höchst wahrscheinlich, daß der Druck gleichfalls zur Verdichtung der Gasarten beitragen werde. Man hat zwar mit mehreren derselben in dieser Rücksicht Versuche angestellt, ohne jedoch einen erwünschten Erfolg zu erhalten. So hat man z. B. die atmosphärische Luft so sehr zusammengepreßt, daß sie schwerer als Wasser war; dessenungeachtet zeigte sie keine Neigung ihre Elasticität fahren zu lassen. Dieß kann aber daher rühren, daß der Versuch bei einer Temperatur gemacht wurde, die viel zu hoch war, als daß die Luft dabei ihre Elasticität hätte verlieren können.

Einwürfe gegen diese Meinung. 3. Es kann auf der andern Seite nicht geläugnet werden, daß, so scharfsinnig und wahrscheinlich auch die Meinung über die Bildung der Gasarten ist, sich dennoch mehrere Erscheinungen nicht füglich mit derselben vereinbaren lassen. Eine der auffallendsten ist das schnelle Festwerden, welches bei der Vermischung einiger Gasarten statt findet. Vermischt man z. B. Ammonium und

Salzſäure, beide im gasförmigen Zuſtande, ſo entſteht daraus ein feſtes Salz: allein die Wärme, welche unter dieſen Umſtänden frei wird, iſt ſehr unbeträchtlich, wenn man ſie mit der Schwierigkeit vergleicht, die man antrifft, wenn man jede dieſer Gasarten beſonders verdichten will, und mit der großen Kälte, welche ſie aushalten, ehe ſie ihre Elaſticität verlieren. In anderen Fällen vereinigen ſich gasförmige Subſtanzen, und bilden ein neues Gas, welches ſeine Elaſticität unvermindert beibehält. So bilden Sauerſtoffgas und Salpetergas, wenn man ſie mit einander verbindet, ein neues Gas, nemlich Salpetersäure im gasförmigen Zuſtande, welche ihren elaſtiſchen Zuſtand beibehält, biß ſie einen anderen Körper antrifft, auf den ſie wirken kann.

### Dritte Wirkung.

Veränderungen in der Zuſammensetzung.

Der Wärmestoff zerſetzt die Körper.

Der Wärmestoff vergrößert nicht allein das Volumen der Körper und verändert ihren Zuſtand, indem er feſte zu tropfbarflüſſigen, und tropfbarflüſſige zu elaſtiſchen Subſtanzen macht, ſondern ſeine Wirkung zerſetzt eine große Anzahl Körper gänzlich, und ſcheidet ſie entweder in ihre Beſtandtheile, oder nöthigt dieſe, in veränderten Verhältniſſen zuſammenzutreten. Wird z. B. Ammoniam geglühet, ſo wird es in Stickgas und Waſſerſtoffgas zerſetzt. Alkohol wird durch daſſelbe Verfahren in kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas und Waſſer verwandelt.

1. Dieſe Zerſetzung rührt in manchen Fällen von der verſchiedenen Flüchtigkeit der Beſtandtheile des zuſammengeſetzten Körpers her. Erhitzt man einen ſchwachen Spiritus,

oder eine Verbindung des Alkohols mit Wasser, so wird der Alkohol, weil er ungleich flüchtiger als Wasser ist, abgeschieden.

2. In der Regel wirkt die Wärme auf diejenigen Zusammensetzungen nur wenig oder gar nicht, welche durch das Verbrennen gebildet worden sind. So wird z. B. das Wasser durch keinen Feuergrad, welchem man dasselbe aussetzen kann, zersetzt; diese Bewandniß hat es mit der Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kohlensäure.

3. Fast alle diejenigen Verbindungen, von welchen der Sauerstoff einen Bestandtheil ausmacht, ohne daß er ein Verbrennen veranlaßt hat, werden durch die Hitze zersetzt. Dieß ist der Fall mit der Salpetersäure, überoxydirten Salzsäure und den metallischen Dryden.

4. Alle Körper, unter deren Bestandtheilen brennbare Stoffe angetroffen werden, werden durch die Wärme zersetzt. Vielleicht machen die Metallgemische eine Ausnahme von dieser Regel; wenigstens steht es nicht in unserer Gewalt, einige wenige Fälle ausgenommen, eine Temperatur anzuwenden, die hoch genug wäre, ihre Zersetzung zu bewirken.

5. Kommen zwei brennbare Stoffe und Sauerstoff zusammen als Bestandtheile der Körper vor, so können sie jederzeit sehr leicht durch Hitze zersetzt werden. Dieß ist der Fall mit der größten Anzahl animalischer und vegetabilischer Substanzen.

Es würde unzweckmäßig seyn, wenn man, da sich doch keine befriedigende Theorie darüber entwerfen läßt, noch mehr Worte über diesen Gegenstand machen wollte. Die Zersetzungen, welche die Wärme hervorbringt, werden bei der Beschreibung der verschiedenen Zusammensetzungen, welche die

die folgenden Abschnitte dieses Werkes enthalten, angeführt werden.

### Fünfter Abschnitt.

Von der Menge des Wärmestoffes in den Körpern.

Da in dem zweiten Abschnitte dieses Kapitels gezeigt wurde, daß der Wärmestoff sich durch alle Körper bewegen kann, und in dem dritten, daß er sich nach und nach durch alle in Verbindung stehende Körper so verbreitet, daß sie dieselbe Temperatur annehmen, so ist der nächste Gegenstand, der sich uns darbietet, die Untersuchung über die Menge desselben in den verschiedenen Körpern. Wenn verschiedene Körper dieselbe Temperatur haben, enthalten sie dieselbe Menge Wärmestoff? Ist eine gleiche Menge erforderlich, um dieselbe Veränderung der Temperatur in allen Körpern hervorzubringen. Auf welchem Punkte würde das Quecksilber in einem Thermometer stehen, wenn man es mit einem Körper in Verbindung brächte, der ganz und gar keinen Wärmestoff enthielte? Oder wo ist der Anfang der Skale der verschiedenen Temperaturen? Alle diese Fragen mußten so lange unbeantwortet bleiben, als man mit den Wirkungen, welche der Wärmestoff in den Körpern hervorbringt, unbekannt war; denn diese Wirkungen setzen uns allein in Stand, die Menge des Wärmestoffes in den Körpern zu messen. Dieß war der Grund, warum im vierten Abschnitte eine Untersuchung dieser Wirkungen angestellt wurde. Wir wollen jetzt die erworbenen Kenntnisse dazu anwenden, um die Menge des Wärmestoffes in den Körpern zu bestimmen. Diese Untersuchung

zerfällt von selbst in drei Theile: 1) In die Untersuchung der relativen Menge des Wärmestoffes in den Körpern, oder der Menge, die bei jedem erforderlich ist, um eine bestimmte Veränderung der Temperatur zu bewirken. Diese wird gewöhnlich der *specifische Wärmestoff* genannt. 2) Der zweite Theil wird von der absoluten Menge Wärmestoff, die in den Körpern befindlich ist, handeln, so wie 3) der darauf folgende von den Erscheinungen der Kälte oder der Abwesenheit des Wärmestoffes. Diese drei Abtheilungen sollen sich in der angegebenen Ordnung folgen.

### I. Von dem specifischen Wärmestoffe der Körper.

Erklärung was  
specifischer Wärmestoff  
sey.

Werden gleiche Gewichte Wasser und Quecksilber bei verschiedenen Temperaturen mit einander vermischt und geschüttelt, so erwartet man natürlich, daß die Mischung die mittlere Temperatur annehmen werde. Es sey die Temperatur des Wassers  $100^{\circ}$ , die des Quecksilbers  $50^{\circ}$ , so wird man dem ersten Anscheine nach erwarten, daß das Wasser  $25^{\circ}$  von seiner Temperatur verlieren, daß Quecksilber  $25^{\circ}$  gewinnen, und daß die Temperatur der Mischung  $75^{\circ}$  seyn werde. Stellt man aber den Versuch wirklich an, so entspricht das Resultat den Erwartungen keinesweges; denn die Temperatur beträgt nach der Mischung  $80^{\circ}$ ; folglich hat das Wasser nur  $12^{\circ}$  verloren, während das Quecksilber  $38^{\circ}$  gewonnen hat. Mischt man auf der andern Seite gleiche Gewichte von Wasser und Quecksilber, wo die Temperatur des ersten  $50^{\circ}$ , die des letzteren  $100^{\circ}$  ist, so wird die Temperatur der Mischung, nachdem sie geschüttelt worden, nur  $62^{\circ}$  seyn; so daß das Quecksilber  $38^{\circ}$  Wärmestoff abgegeben, und das Wasser  $12^{\circ}$  angenommen hat. Die

ser Versuch zeigt, daß, um die Temperatur des Quecksilbers eine gewisse Anzahl von Graden zu erheben, nicht soviel Wärmestoff erforderlich sey, als wenn man die Temperatur des Wassers um eben so viele Grade vermehren will. Dieselbe Menge Wärmestoff, welche die Temperatur des Quecksilbers um  $38^{\circ}$  erhebt, vermehrt die des Wassers nur um  $12^{\circ}$ , folglich wird die Menge Wärmestoff, welche die Temperatur des Wassers um  $1^{\circ}$  erhöht, die einer gleichen Menge Quecksilber dem Gewichte nach, um  $3,16^{\circ}$  erheben.

Stellt man ähnliche Versuche mit anderen Körpern an, so findet man, daß sie alle verschiedene Quanta Wärmestoff brauchen, um damit ihre Temperatur um eine bestimmte Anzahl von Graden wachse; andere brauchen mehr, andere weniger, als eine gleiche Menge Wasser dem Gewichte nach, allein jeder erfordert eine eigenthümliche Menge. Diejenige Menge Wärmestoff, welche erfordert wird, um damit ein Körper bis zu einer gewissen Temperatur ( $1^{\circ}$  z. B.) erhoben werde, wird der specifische Wärmestoff dieses Körpers genannt. Zwar ist uns die absolute Menge Wärmestoff unbekannt, die nothwendig ist, um einen gewissen Grad von Wärme in einem Körper hervorzubringen; setzt man aber die unbekannt Menge Wärmestoff, die erforderlich ist, das Wasser bis zu einer gewissen Temperatur ( $1^{\circ}$  z. B.) zu erheben = 1; so läßt sich durch Versuche bestimmen, wie viel Wärmestoff mehr oder weniger andere Körper erfordern, um damit ihre Temperatur um eine gewisse Anzahl von Graden zunehme. Findet man z. B. durch Versuche, daß die Menge Wärmestoff, welche Wasser um  $1^{\circ}$  erwärmt, dasselbe Gewicht Quecksilber um  $3,16^{\circ}$  erwärme, so folgt daraus, daß der specifische Wärmestoff des Wassers 3,16 mal größer sey, als der

des Quecksilbers. Wird demnach der specifische Wärmestoff des Wassers gleich 1 gesetzt, so muß der des Quecksilbers gleich 0,31 gesetzt werden. Auf diese Art läßt sich der specifische Wärmestoff aller Körper finden.

Geschichte. Daß der specifische Wärmestoff der Körper verschieden sey, wurde zuerst von Black in seinen Vorlesungen, die er von 1760 bis 1765 zu Glasgow hielt, gezeigt \*). Dr. Irvine verfolgte hierauf in den Jahren 1765 bis 1770 diese Untersuchungen \*\*), und Crawford machte in seiner Abhandlung über die Wärme, eine beträchtliche Menge von Versuchen über diesen Gegenstand bekannt. Diese drei Naturforscher bezeichneten diese Eigenschaft der Körper, mit dem Ausdrucke Kapazität für den Wärmestoff. Dem Professor Wilcke zu Stockholm gebührt aber das eigentliche Verdienst, der erste gewesen zu seyn, welcher die Gesetze der Vertheilung des freien Wärmestoffes unter verschiedene Körper, genau untersucht, und die erhaltenen Resultate bekannt gemacht hat: denn obgleich die beiden zuerst genannten Naturforscher sich schon früher mit diesem Gegenstande beschäftigten, so wurden doch ihre Arbeiten erst später, hauptsächlich durch Crawford's darauf gebaute Theorie bekannt. Er gebrauchte um eben diese Eigenschaft zu bezeichnen, die Benennung specifischen Wärmestoff: diese ist allgemein angenommen worden, weil der Ausdruck Kapazität für den Wärmestoff sehr viele Mißdeutungen zuläßt, und manche Verwirrungen veranlaßt hat \*\*\*).

\*) Black's Lectures I, 504.

\*\*) Ibid.

\*\*\*) Der Ausdruck specifischer Wärmestoff ist von Seguin in verschiedener Bedeutung genommen worden. Er verstand darunter allen in einem Körper enthaltenen Wärmestoff.

Wilke machte seine Versuche zuerst in den schwedischen Abhandlungen vom Jahre 1772 bekannt, er hatte sie aber schon im Jahre 1771 der Akademie vorgelesen. Seine Art dieselben anzustellen, war äußerst scharfsinnig, und er bestimmte dadurch den specifischen Wärmestoff mehrerer Metalle. Dasjenige Metall mit welchem der Versuch angestellt wurde, wurde zuerst auf das genaueste gewogen, (gewöhnlich wurde ein Pfund zu dem Versuche genommen), dann an einem Faden aufgehängt, und in ein weites mit kochendem Wasser angefülltes Gefäß getaucht, und so lange in diesem Zustande gelassen, bis es eine gewisse Temperatur angenommen hatte, welche durch das Thermometer bestimmt wurde. In ein anderes kleines zinnernes Gefäß wurde eine dem Gewicht des Metalls gleiche Menge Wasser, dessen Temperatur  $32^{\circ}$  war, geschüttet. In dieses Gefäß wurde das Metall eingesenkt, und dabei Sorge getragen, daß es weder die Seitenwände, noch den Boden des Gefäßes berühren konnte: zugleich wurde in dem Augenblicke da Metall und Wasser dieselbe Temperatur angenommen hatten, diese durch ein sehr genaues Thermometer auf das sorgfältigste gemessen. Aus der Veränderung der Temperatur bestimmte er durch eine sehr scharfsinnige Rechnung, den specifischen Wärmestoff des Metalls, wobei der des Wassers als Einheit angenommen wurde.

Auf die Versuche von Wilke folgten halb die von Crawford, der den specifischen Wärmestoff der Körper dadurch zu finden suchte, daß er Substanzen von verschiedenen Temperaturen mit einander vermischte. Er machte sie in seinen Versuchen und Beobachtungen über die thierische Wärme bekannt. In der ersten Ausgabe hatte

er sich manche Fehler bei seinen Folgerungen zu Schulden kommen lassen, weil er auf die chemischen Veränderungen welche bei der Vermischung mehrerer Substanzen in seinen Versuchen statt fanden, nicht Rücksicht genommen hatte. Er verbesserte sie durch spätere Versuche, und nahm die Berichtigungen in die zweite Ausgabe seines Werkes auf. Das von ihm befolgte Verfahren kam ganz mit dem überein, dessen sich Black bedient hatte. Er vermischte zwei Substanzen von verschiedenen Temperaturen, und die Veränderung, welche die Temperatur jedes einzelnen durch die Mischung erlitt, stand im umgekehrten Verhältnisse, mit ihrem specifischen Wärmestoff \*).

Verschiedene andere sehr schätzbare Versuche über den specifischen Wärmestoff der Körper wurden von Lavoisier und Laplace angestellt.

Ihr Verfahren war äußerst einfach und scharfsinnig, und wurde von Laplace angegeben. Sie bedienten sich eines Werkzeuges, dem sie den Namen Calorimeter, Wärmemesser gaben. Es bestehet aus drei kugelförmigen Ge-

\*) Wenn der specifische Wärmestoff des Wassers = 1 gesetzt wird, so ist die Formel folgende. Die Menge des Wassers (welches stets eine der vermischten Substanzen war, sey W; seine Temperatur w. Die Menge des andern Körpers, dessen specifischer Wärmestoff gesucht wird, B, und seine Temperatur b. Die Temperatur nach der Mischung sey m. Der specifische Wärmestoff von B ist  $\frac{W(m-w)}{B(b-m)}$ ; oder wenn das Wasser der heisseste der vermischten Körper ist, so ist der specifische Wärmestoff von B =  $\frac{W(w-m)}{B(m-b)}$ . Black's Lectures I, 506.

fassen, von welchen das eine, das andre umschließt, so daß dadurch drei verschiedene Behälter, einer in dem andern gebildet werden. Diese sollen, um sie zu unterscheiden, der innere, mittlere und äußere genannt werden. Der innere Behälter ffff (Fig. II) in welchen die zum Versuche bestimmten Gegenstände eingeschlossen werden, bestehet aus einem Drathnetz oder Gitter von Eisenblech, das von einigen eisernen Stangen getragen wird. Die obere Oefnung desselben L M, wird durch einen Deckel H G verschlossen, der aus denselben Materialien bestehet. Der mittlere Behälter b b b b wird mit Eis angefüllt. Das Eis wird von einem Roste getragen, unter welchem ein Sieb befindlich ist. Der äußere Behälter a a a a wird gleichfalls mit Eis angefüllt. Es ist schon im Vorhergehenden bemerkt worden, daß kein Wärmestoff durch das Eis bei einer Temperatur von  $32^{\circ}$  hindurchgehen kann. Er kann in letzteres eindringen, bleibt aber in demselben, und wird dazu verwendet, um dasselbe zu schmelzen. Die Menge des geschmolzenen Eises ist demnach das Maas von der Menge des Wärmestoffes die in das Eis eingedrungen ist. Da der äußere und mittlere Behälter mit Eis angefüllt sind, so ist die Einrichtung getroffen, daß alles gebildete Wasser abfließen kann, wodurch die Temperatur des im innern Raume befindlichen Eises stets auf  $32^{\circ}$  erhalten wird.

Um mit diesem Werkzeuge Versuche anzustellen, wird folgendermaßen verfahren. Diejenige Substanz deren specifischen Wärmestoff man bestimmen will, wird auf eine bestimmte Temperatur, etwa auf  $212^{\circ}$  erhoben, und hierauf in ein dünnes Gefäß eingeschlossen, in den innersten Raum gebracht. So wie sie erkaltet, schmilzt sie das Eis in dem

innern Raume. Dieses fließt, so wie es geschmolzen ist, durch den Rost und das Sieb, und wird durch den kegelförmigen Trichter *ccd* und die Röhre *x* in ein unten angebrachtes Gefäß geleitet. Der äußere Behälter wird darum mit Eis angefüllt, damit die äußere Luft verhindert werde, das in dem mittleren Behälter befindliche Eis zu erreichen, und einen Theil davon zu schmelzen. Das dadurch etwa geschmolzene Eis, fließt durch die Röhre *ST* ab. Die Temperatur der äußern Luft darf nicht unter  $32^{\circ}$ , nicht über  $41^{\circ}$  seyn. Im ersten Falle würde das im mittleren Behälter befindliche Eis zu stark erkaltet werden; im andern, würde die kalte Luft des innern Behälters, durch die Röhre welche das Wasser ableitet, ausströmen, und die äußere wärmere Luft, würde von außen durch den oberen Theil der Maschine eindringen, und mehr Eis schmelzen, als zerfließen sollte. Wurden mehrere Substanzen in den innersten Raum gebracht, und die Menge des Eises, welche schmolz, wenn sie bis auf  $32^{\circ}$  erkaltet wurden, genau bemerkt; so ließ sich hieraus der specifische Wärmestoff einer jeden leicht finden.

Wurde z. B. durch Wasser das von  $212^{\circ}$  auf  $32^{\circ}$  erkaltet wurde, ein Pfund, und durch eine gleiche Menge Quecksilber dem Gewichte nach, unter denselben Umständen 0,31 Pfund Eis geschmolzen; so ist der specifische Wärmestoff des Wassers eins; der des Quecksilbers 0,31. Dieses scheint bei weitem die einfachste Methode zu seyn, um über diesen Gegenstand Versuche anzustellen, sie muß auch bei weitem für die genaueste gehalten werden, wosern man nur überzeugt seyn kann, daß alles geschmolzene Eis sich in dem untergesetzten Gefäße sammle. Man scheint aber einem Versuche von Wedgwood gemäß, dieses nicht füglich annehmen zu könn-

nen. Dieser fand, daß das geschmolzene Eis, weit entfernt abzufließen, wiederum gefror, und den Ausweg verstopfte.

Kirwan hat gleichfalls eine Tabelle über den specifischen Wärmestoff verschiedener Körper entworfen, die Magellan in seiner Abhandlung über die Wärme bekannt gemacht hat: auch Meyer hat neuerlich Versuche über die specifische Wärme getrockneter Hölzer mitgetheilt.

Das Resultat aller dieser Untersuchungen legt nachstehende Tabelle dar, welche den specifischen Wärmestoff aller derer Körper angiebt, mit welchen bis jetzt Versuche angestellt worden sind.

Ich habe derselben eine Spalte beigefügt, welche den specifischen Wärmestoff von gleichen Volumen dieser Körper angiebt; welches der einzige Weg ist diesen Gegenstand zu betrachten, wenn man den Ausdruck Kapazität für den Wärmestoff verständlich machen will. Die Resultate dieser Spalte werden dadurch erhalten, daß der specifische Wärmestoff gleicher Gewichte der verschiedenen Substanzen mit ihrem respektiven specifischen Gewichte multiplicirt wurde.

## Tabelle

über den specifischen Wärmestoff verschiedener Körper, den des  
Wassers = 1,0000 gesetzt \*).

Substanzen.	Specifisches Gewicht.	Specifischer Wärmestoff.	
		Gleicher Gewichte.	Gleicher Volumen.
<b>I. Gasarten a).</b>			
Wasserstoffgas . . . .	0,000094	21,4000	0,00116
Sauerstoffgas . . . .	0,0034	4,7490	0,016146
Atmosphärische Luft . .	0,00122	1,7900	0,002183
Kohlensaures Gas . . . .	0,00183	1,0459	0,001930
Wasserdampf . . . .		1,5500	
Stickgas . . . .	0,00120	0,7036	0,000844
<b>II. Tropfbare Flüssigkeiten.</b>			
Wasser . . . .	1,0000	1,0000	1,0000
Kohlensaures Ammonium b)		1,851	
Arteriellcs Blut a) . . .		1,030	
Ruhmilch . . . .	1,0324	0,9999	1,0322
Schwefelhaltiges Ammonium b) . . . .	0,818	0,9940	0,8131
Venöses Blut a) . . . .		0,8928	

\*) Der specifische Wärmestoff derjenigen Substanzen, welche mit einem a bezeichnet sind, ist von Crawford angegeben; der mit b von Kirwan; der mit c von Lavoisier und Laplace; der mit d von Wilcke; mit e von Rumford; f bezeichnet die Mittelzahl von Crawford, Kirwan und Lavoisier; g die Mittelzahl von Lavoisier und Kirwan; h die Mittelzahl von Crawford und Lavoisier; i die Mittelzahl von Wilcke und Crawford; k die Mittelzahl von Wilcke, Crawford und Kirwan; l Meyer.

Fortsetzung der Tabelle.

Substanzen.	Specifisches Gewicht.	Specif. Wärmestoff.	
		Gleicher Gewichte.	Gleicher Volumen.
Auflösung des braunen Zuckers b) . . .		0,8600	
Salpetersäure c) . . .		0,844	
Schwefelsaure Bittererde I } b)		0,844	
Wasser 8			
Kochsalz I } b) . . .		0,832	
Wasser 8			
Salpeter I } c) . . .		0,8167	
Wasser 8			
Salzsaures Amm. I } b)		0,779	
Wasser 1,5			
Weinstein I } b)		0,765	
Wasser 237,3			
Auflösung des Kali b)	1,346	0,759	1,0216
Schwefelsaur. Eisen I } b)		0,734	
Wasser 2,5			
Schwefelsaures Natrum I } b)		0,728	
Wasser 2,9			
Baumöl b) . . . .	0,9153	0,710	0,6498
Ammonium b) . . . .	0,997	0,7080	0,7058
Salzsäure b) . . . .	1,122	0,6800	0,7630
Schwefelsäure 4 } c) . . .		0,6631	
Wasser 5			
Allaun I } b) . . .		0,649	
Wasser 4,45			

Fortsetzung der Tabelle.

Substanzen.	Spezifisches Gewicht.	Spezif. Wärmestoff.	
		Gleicher Ge- wichte.	Gleicher Wo- luminum.
Salpetersäure $9\frac{1}{3}$ } Kalkerde 1 } c)		0,6181	
Salpeter 1 } Wasser 3 } b)		0,646	
Alkohol a)	0,8371	0,6021	0,5040
Schwefelsäure f)	1,840	0,5968	1,0981
Salpetersäure b)	1,355	0,576	0,7804
Leinöl b)	0,9403	0,528	0,4965
Wallrath a)		0,5000	
Terpentinöl b)	0,9010	0,472	0,4677
Weinessig b)		0,3870	0,3966
Wasser 16 } Kalkerde 9 } c)		0,3346	
Quecksilber g)	13,568	0,3100	4,2061
Destillirter Weinessig b)		0,1030	0,1039
III. Feste Körper.			
Eis b)		0,9000	
Dachsenhäute mit den Haaren a)		0,787	
Lungen eines Schaafes a)		0,769	
Magres Rindfleisch b)		0,7400	
Pinus sylvestris l)	0,408	0,65	0,2652
Pinus abies l)	0,447	0,60	0,2682
Tilea Europaea l)	0,408	0,62	0,2530
Pinus picea l)	0,495	0,58	0,2871
Pyrus malus l)	0,639	0,57	0,3642

Fortsetzung der Tabelle.

Substanzen.	Specifisches Gewicht.	Specifi. Wärmestoff.	
		Gleicher Gewichte.	Gleicher Volumen.
Betula alnus l) . . . . .	0,484	0,53	0,2565
Quercus robur sessilis l)	0,531	0,51	0,2708
Fraxinus excelsior l)	0,631	0,51	0,3218
Pyrus communis l) . . . . .	0,603	0,50	0,3025
Reiß a) . . . . .		0,5050	
Feldbohnen a) . . . . .		0,5020	
Sageespäne v. d. Fichte a)		0,5000	
Erbsen a) . . . . .		0,4920	
Fagus sylvatica l) . . . . .	0,692	0,49	0,3390
Carpinus betulus l) . . . . .	0,690	0,48	0,3312
Betula alba l) . . . . .	0,608	0,48	0,2918
Weizen a) . . . . .		0,4770	
Ulmus l) . . . . .	0,646	0,47	0,3036
Quercus robur pedunculata l) . . . . .		0,45	0,3006
Prunus domestica l) . . . . .	0,668	0,44	0,3023
Diaspyrus ebenum l)	0,687	0,43	0,4532
Gerste a) . . . . .	1,054	0,4210	
Hafer a) . . . . .		0,4160	
Steinkohlen a) . . . . .		0,2777	
Holzkohlen a) . . . . .		0,2631	
Kreide a) . . . . .		0,2564	
Eisenrost a) . . . . .		0,2500	
Ausgewaschenes weißes Antimoniumoxyde a) . . . . .		0,2270	
Beinahe luftfreies Kupferoxyde a) . . . . .		0,2272	

Fortsetzung der Tabelle.

Substanzen.	Specifisches Gewicht.	Specifi. Wärmestoff.	
		Gleicher Ge- wichte.	Gleicher Vo- luminum.
Gebannter Kalk h) . . . . .		0,2199	
Steingut b) . . . . .		0,195	
Agat d) . . . . .	2,648	0,195	0,563
Kryftall c) . . . . .	3,189?	0,1929	0,6152
Abgeschwefelte Steinkoh- len [cinders] a) . . . . .		0,1923	
Schwedisch Glas d) . . . . .	2,386	0,187	0,4461
Afche der abgeschwefelten Steinkohlen a) . . . . .		0,1885	
Schwefel b) . . . . .	1,99	0,183	0,3642
Stickgas b) . . . . .	3,3293	0,174	0,5793
Fast ganz luftleerer Eisen- rost a) . . . . .		0,1666	
Fast ganz luftleeres weißes Antimoniumoxyde a) . . . . .		0,1666	
Ulmenafche a) . . . . .		0,1402	
Fast ganz luftfreies Zink- oxyde a) . . . . .		0,1369	
Eisen i) . . . . .	7,876	0,1264	0,9955
Messing i) . . . . .	8,358	0,1141	0,9536
Kupfer i) . . . . .	8,784	0,1121	0,9847
Eisenblech e) . . . . .		0,1099	
Blei- und Zinnoxyde a) . . . . .		0,102	
Kanonennmetall e) . . . . .		0,1100	
Weißes fast ganz luftlee- res Zinnoxyde a) . . . . .		0,0990	
Zink i) . . . . .	7,154	0,0981	0,7018

Fortsetzung der Tabelle.

Substanzen.	Specifisches Gewicht.	Specifi. Wärmestoff.	
		Gleicher Ge- wichte.	Gleicher Vo- luminum.
Afche von Holzkohlen a)		0,0909	
Silber d) . . . . .	10,001	0,082	0,8201
Gelbes fast ganz luftfreies Bleioxyde a) . . . . .		0,0680	
Zinn k) . . . . .	7,380	0,0661	0,4878
Antimonium i) . . . . .	6,107	0,0637	0,3890
Gold d) . . . . .	19,040	0,050	0,9520
Blei k) . . . . .	11,456	0,0424	0,4857
Wismuth d) . . . . .	9,861	0,043	0,4240

Der Unterschied in dem specifischen Wärmestoffe der Körper ist ganz mit dem analog, was sich bei allen übrigen chemischen Verbindungen ereignet. Es giebt z. B. kaum zwei Metalle, die wenn sie in Dryden verwandelt werden, sich genau mit derselben Menge Sauerstoff verbinden; es kommt auf den Grad der Verwandtschaft an, welcher zwischen den Körpern und dem Sauerstoffe statt findet. Aller Wahrscheinlichkeit nach, hängt der specifische Wärmestoff der Körper, eben so von ihrer Verwandtschaft zum Wärmestoffe ab; so daß je größer ihre Verwandtschaft zu demselben ist, um so größer auch der specifische Wärmestoff derselben seyn wird. Denn es läßt sich mit Grunde voraussetzen, daß je größer die Verwandtschaft des Körpers zum Wärmestoff ist, eine um so größere Menge Wärmestoff sich mit demselben werde verbinden müssen, ehe er geneigt ist, Wärmestoff an andre Körper abzugeben; es wird demnach eine größere Menge Wärmestoff dazu erfordert werden, um den Körper bis auf eine bestimmte Temperatur zu erheben.

Sind diese Schlüsse blüdig, so folgt, daß der specifische Wärmestoff der Körper, stets mit der leitenden Eigenschaft derselben im umgekehrten Verhältniß stehen werde: denn es wurde im Vorhergehenden gezeigt, daß die leitende Kraft der Körper sich umgekehrt wie die Verwandtschaft der Körper zum Wärmestoff erhalte. Dieser Schluß ist von der äußersten Wichtigkeit, indem dadurch nicht allein die Theorie von der Verbindung der Körper mit dem Wärmestoffe äußerst vereinfacht wird; sondern weil wir dadurch auch in Stand gesetzt werden, (wosern er richtig ist) die leitende Kraft der Körper aus ihrem specifischen Wärmestoff, und umgekehrt zu bestimmen. Um diesen Gegenstand außer allen Zweifel zu setzen, würden noch Versuche anzustellen seyn. Bei der geringen Anzahl von Körpern, deren leitende Kraft ich bestimmt habe, stimmen die erhaltenen Resultate mit dem umgekehrten Verhältnisse des specifischen Wärmestoffes, wie er in der Tabelle angegeben wird, genauer, als es sich bei so feinen Versuchen erwarten ließ. Daß dieses wirklich der Fall sey, ersieht man aus nachstehender Tabelle.

Körper.	Specifischer Wärmestoff	Leitendes Vermögen		Unterschied.
		nach der Theorie.	nach der Erfahrung.	
Wasser . . .	1	1	1	0
Quecksilber . .	0,31	3,22	4,600	+ 1,38
Leinöl . . .	0,9403	1,06	1,085	+ 0,02

Es ist wahrscheinlich, daß sich das leitende Vermögen der Körper stets umgekehrt, wie ihr specifischer Wärmestoff verhalte. Dieses wird uns in Stand setzen, wenn man die Tabelle über den specifischen Wärmestoff der Körper zu Ra-

the ziehet, einen ziemlich genauen Begriff von dem relativen leitenden Vermögen der Körper zu erlangen.

Zusatz des Verfassers zu S. 501. Z. 24.

Wilcke wurde durch folgende Schlußfolge auf seine Resultate geleitet. Er berechnete zuerst, was für eine Veränderung in der Temperatur statt gefunden haben würde, wenn eine Menge Wasser die mit dem Metall gleiches Gewicht, und gleiche Temperatur gehabt hätte, statt des Metalls mit dem eiskalten Wasser in Berührung gebracht worden wäre.

Es sey nun  $M$  die Menge Wasser von der Temperatur  $C$ ;  $m$  eine andere Menge deren Temperatur  $c$  ist; und die gemeinschaftliche Temperatur nach der Mischung  $x$ ; so ist einer

von *Nichman* bewiesenen Formel zufolge  $x = \frac{MC + mc}{M + m}$ .

Im gegenwärtigen Falle sind die Quanta des Wassers gleich: demnach ist jedes, sowohl  $M$  als  $m = 1$ .  $C$  die Temperatur des eiskalten Wassers  $= 32^\circ$ ; folglich  $\frac{MC + mc}{M + m}$

$= \frac{32 + c}{2}$ . Nun ist aber  $c$  die Temperatur des Metalls;

wird zu dieser 32 addirt, und was heraus kommt mit 2 getheilt, so erhält man zum Quotienten diejenige Zahl, welche der Temperatur der Mischung gleich ist, die ein dem des Metalls gleiches Gewicht Wasser, das mit ihm von gleicher Temperatur ist, und mit dem eiskalten Wasser statt des Metalls vermischt worden, haben wird.

Hierauf berechnete Wilcke, welche Temperatur die

Mischung haben würde, wenn statt des Metalls eine Menge Wasser, die mit diesem gleiches Volumen, und gleiche Temperatur gehabt hätte, mit dem eiskalten Wasser vermischt worden wäre. Da das Gewicht des eiskalten Wassers dem des Metalls gleich ist, so verhalten sich die Volumina umgekehrt, wie die specifischen Gewichte. Das Volumen des eiskalten Wassers verhält sich demnach zu einer Menge heißen Wassers, welche mit dem Metall gleiches Volumen hat, wie das specifische Gewicht des Metalls zu dem des Wassers. Es sey

$M$  = dem Volumen des kalten Wassers  
 $m$  . . . . . heißen . .  
 $g$  . . specif. Gewichte des Metalls  
 $I$  . . . . . Wassers;

so verhält sich  $m : M = I : g$  folglich  $m = \frac{M}{g}$  und da  $M$

= 1 gemacht worden  $m = \frac{I}{g}$ . Substituirt man diesen Werth

von  $m$  in der Formel  $\frac{M C + m c}{M + m} = x$ , in welcher  $M = 1$

und  $C = 32$  ist, so wird  $x = \frac{32 g + c}{g + I}$ . Wird demnach das

specifische Gewicht des Metalls mit 32 multiplicirt, und die Temperatur des Metalls zugezählt, was herauskommt aber durch das um 1 vermehrte specifische Gewicht des Metalls dividirt, so wird der Quotient die Temperatur ausdrücken, zu welcher das eiskalte Wasser dadurch erhoben werden wird, wenn man mit demselben Wasser von demselben Volumen und derselben Temperatur wie das Metall vermischt.

„Nunmehr suchte er die Menge Wasser welche erforderlich

gewesen seyn würde, daß eiskalte Wasser um dieselbe Anzahl von Graden zu erheben, um die es durch das Metall erhoben worden war. Es sey die Temperatur zu welcher das Metall das eiskalte Wasser erhoben hatte =  $N$ , so wird, wenn

in der Formel  $x = \frac{M C + m c}{M + m}$ ;  $x = N$ ,  $M = 1$ ,  $C = 32$

gesetzt wird  $m = \frac{N - 32}{C - N}$ . Wird demnach von der Tem-

peratur bis zu welcher das eiskalte Wasser durch das Metall erhoben worden, 32 abgezogen, von der Temperatur des Metalls diejenige, auf welche das Wasser erhoben werden, hinweggenommen, und die erste Differenz durch die zweite dividirt, so giebt der Quotient die Menge des Wassers von derselben Temperatur wie das Metall, welche das eiskalte Wasser um eben so viel Grade wie das Metall erhoben haben würde.

Nun drückt  $\frac{N - 32}{C - N}$  den specifischen Wärmestoff des Me-

talls aus, unter Voraussetzung daß der des Wassers = 1 sey: denn (indem man den kleinen Unterschied, welcher durch die Verschiedenheit der Temperatur hervorgebracht wird, außer Acht läßt) es verhält sich das Gewicht und Volumen des eiskalten Wassers, zu dem Gewichte und Volumen des hei-

ßen wie 1 zu  $\frac{N - 32}{C - N}$ , und die Zahl der Theilchen in jedem,

stehen in demselben Verhältnisse. Das Metall hat aber mit dem eiskalten Wasser gleiches Gewicht: es muß demnach eben so viel materielle Theilchen wie dieses enthalten, es muß sich also die Masse des Metalls zu der des heißen Wassers

wie 1 zu  $\frac{N - 32}{C - N}$  verhalten. Aus beiden entwickelte sich

aber dieselbe Menge Wärmestoff, welche, wenn sie gleichförmig durch alle Theilchen vertheilt wird, für jedes einzelne Theilchen eine Menge Wärmestoff angiebt, die sich umgekehrt wie die Volumina des Metalls und Wassers verhalten; das heißt, der specifische Wärmestoff des Wassers verhält sich zu dem des Metalles wie 1 zu  $\frac{N - 32}{c - N}$  \*).

Es wird nicht unzuweckmäßig seyn, ein oder zwei Beispiele von Wilckens Versuchen, und den auf die oben beschriebene Art darauf gegründeten Rechnungen zu geben.

Gold. Specifisches Gewicht 19,040.

Zahl der Versuche.	Temperatur des Metalls.	Temperatur, zu welcher Wasser von 32° durch das Metall erhoben wurde.	Temperatur, auf die es von einer Menge Wasser von derselben Temperatur und demselben Gewicht, wie das Metall, erhoben worden wäre.	Temperatur, auf welche es durch Wasser von demselben Volumen und Temperatur, wie das Metall, gebracht worden wäre.	Neuner des Bruchs $\frac{1}{\frac{N - 32}{c - N}}$
1	163,4°	28, 3°	97, 7°	38,555°	19,857
2	144,5	37, 4	88,25	37, 58	19,833
3	127,4	36, 5	79, 7	36, 68	20,500
4	118,4	36,05	75, 2	36, 15	20,333
5	103,1	35, 6	65,75	35, 42	18,750
6	5	34,45	63, 5	35, 06	19,000
Mittelzahl					19,712.

\*) Alle diese Formeln sind abgeändert worden, um sie mit Fahrenheit's Thermometer in Uebereinstimmung zu bringen. Sie sind ungleich einfacher, wenn man die Grade, wie Wilcke gethan hat, nach dem Thermometer von Celsius angiebt. Bei diesem steht beim Frostpunkte 0; folglich muß in der Formel statt 32 stets 0 substituirt werden.

Blei. Specifisches Gewicht 11,456.

Zahl der Versuche.	Temperatur des Metalls.	Temperatur, zu welcher Wasser von 32° durch das Metall erhoben wurde.	Temperatur, auf die es von Wasser von derselben Temperatur und demselben Gewicht, wie das Metall, erhoben worden wäre.	Temperatur, auf welche es durch Wasser von demselben Volumen, wie das Metall, gebracht worden wäre.	Nenner des Bruches $\frac{1}{c - N}$ N — 52.
1	186,8°	38,3°	109,4	44,425°	23,571
2	181,40	37,85	106,7	43,473	24,538
3	165,2	37,4	98,6	42,692	23,666
4	163,4	37,4	97,7	42,548	23,333
5	136,4	36,5	84,2	40,344	22,200
6	131	36,05	81,5	39,947	24,700
7	126,5	36,05	79,25	39,585	22,333
8	107,6	35,15	69,8	38,339	23,000
9	94,1	34,7	63,05	36,985	22,000

Mittelzahl 23,515.

Es ist wohl überflüssig zu erinnern, daß die letzte Spalte den Nenner des specifischen Wärmestoffes des Metalles anzeigt; unter der Voraussetzung, daß der Zähler durchgängig, so wie auch der specifische Wärmestoff des Wassers 1 sey. Unter dieser Voraussetzung ist der specifische Wärmestoff des Goldes  $\frac{1}{19,712}$ . Genau auf dieselbe Art, und dadurch, daß Wilcke eine Mittelzahl aus mehreren Versuchen nahm, fand er den specifischen Wärmestoff vieler andern Körper.

Ende des Zusages.

## II. Von der absoluten Menge des Wärmestoffes in den Körpern.

Man sieht demnach, daß die relative Menge des Wärmestoffes in den Körpern selbst dann, wenn sie mit dem Thermometer geprüft, dieselbe Temperatur anzeigen sehr verschieden sey. Es ist mithin einleuchtend, daß das Thermometer nicht vermögend sey, die Menge des in den Körpern enthaltenen Wärmestoffes anzugeben; indem, des specifischen Wärmestoffes nicht zu erwähnen, die Gegenwart desjenigen Wärmestoffes, welcher das Flüssigseyn verursacht, dadurch nicht bemerkbar gemacht wird. So enthält der Wasserdampf bei der Temperatur von  $212^{\circ}$ ,  $1000^{\circ}$  Wärmestoff mehr, als tropfbar flüssiges Wasser, dessen Temperatur  $212^{\circ}$ , und dessen ungeachtet ist die Temperatur beider, dieselbe. Gibt es ein Verfahren die absolute Menge des in den Körpern befindlichen Wärmestoffes zu bestimmen? auf welchen Grad würde ein Thermometer stehen (vorausgesetzt daß ein Thermometer so niedrige Grade angeben könnte) wenn der Körper welchem dasselbe genähert wird, alles Wärmestoffes beraubt würde? oder welcher Grad des Thermometers kommt mit der wirklichen Null überein.

Hypothese  
von Dr. Ir-  
wine.

Der erste, welcher seitdem Menschen sich ernsthaft mit diesem Gegenstande beschäftigten, es für etwas Mögliches hielt, diese Frage zu beantworten, war Dr. Irwine von Glasgow. Er erfand eine Theorie um die absolute Null zu finden, die, ich weiß nicht aus was für Gründen von mehreren Schriftstellern, Kirwan zugeschrieben worden ist.

1. Es ist einleuchtend, daß wenn der specifische Wärmestoff der Körper bei allen Temperaturen derselbe bleibt, die

absolute Menge des Wärmestoffes in den Körpern, mit dem specifischen Wärmestoffe derselben im Verhältniß werde stehen müssen. Beträgt z. B. der specifische Wärmestoff des Quecksilbers nur ein Drittheil von dem des Wassers, so muß Wasser dreimal so viel Wärmestoff als Quecksilber von derselben Temperaturenthalten. Man denke sich nun beide Körper alles Wärmestoffs beraubt, und ihnen ein Thermometer genähert, dessen Nullpunkt die absolute Kälte, oder die gänzliche Beraubung der Wärme angiebt. Um die Temperatur des Wassers und Quecksilbers um einen Grad zu erheben, muß beiden eine gewisse Menge Wärmestoff zugeführt werden, und es wird dreimal so viel Wärmestoff nöthig seyn, um bei dem Wasser, als um bei dem Quecksilber diese Wirkung hervorzubringen. Um eine Erhöhung der Temperatur von zwei Graden zu bewirken, wird dieselbe Regel beobachtet werden müssen, so für drei, vier Grad, überhaupt für jede Anzahl von Graden. Kurz es wird in allen Fällen, das Wasser dreimal soviel Wärmestoff enthalten, als das Quecksilber.

2. Diese Voraussetzung, daß der specifische Wärmestoff bei allen Temperaturen derselbe bleibt, war der Punkt von welchem Irwine bei seinen Schlüssen ausging. Er hatte gefunden, daß wenn ein Körper aufhört fest zu seyn, und tropfbar flüssig wird, sein specifischer Wärmestoff zu gleicher Zeit zunehme; und daß dieselbe Zunahme statt finde, wenn ein tropfbar flüssiger Körper in einen elastisch flüssigen verwandelt wird. Das beständige Verhältniß des specifischen Wärmestoffes in den Körpern war nur in sofern richtig, so lange sie in demselben Zustande verharren. Er setzte gleichfalls voraus, daß wenn ein fester Körper in einen tropfbar flüssigen verwandelt werde, die Absorbition des Wärmestoffes

durch welchen keine Zunahme der Temperatur hervorgebracht wird, oder die verborgene Wärme, eine bloße Folge von der Zunahme des specifischen Wärmestoffes in den Körpern sey. So, wenn Eis in Wasser verwandelt wird, werden darum  $140^{\circ}$  Wärmestoff absorhirt, weil der specifische Wärmestoff des Wassers um soviel größer als der des Eises ist, daß  $140^{\circ}$  Wärmestoff hinzukommen müssen, wenn er dieselbe Temperatur behaupten will, welche er hatte, da sein specifischer Wärmestoff geringer war. Dieselbe Voraussetzung gab ihm einen Erklärungsgrund für die Absorbtion des Wärmestoffes ab, wenn tropfbare Flüssigkeiten in elastische verwandelt werden.

3. Dr. Irwine's Theorie von dem absoluten Wärmestoffe hing von diesen zwei Voraussetzungen ab, welche er als Grundsätze betrachtete. Die erste gab ihm das Verhältniß des absorbirten Wärmestoffes der Körper; die zweite, den Unterschied zwischen zwei absoluten Mengen Wärmestoff. Bei diesen Datis war es leicht, die absolute Menge Wärmestoff in jedem Körper zu berechnen. Es verhalte sich z. B. die specifische Menge Wärmestoff des Wassers zu dem des Eises wie 10 zu 9, und es sey, wenn das Eis in Wasser verwandelt wird, die Menge des absorbirten Wärmestoffes  $140^{\circ}$ . Nennt man nun die absolute Menge Wärmestoff im Eise bei der Temperatur von  $32^{\circ}$  x; so ist es klar, daß die absolute Menge des Wärmestoffes in Wasser von  $32^{\circ} = x + 140^{\circ}$  seyn müsse. Wir haben also die absolute Menge Wärmestoff im Eise  $= x$ , die des Wassers  $= x + 140^{\circ}$ . Diese Mengen verhalten sich aber zu einander wie 10 zu 9. Man hat demnach das Verhältniß  $10 : 9 = x + 140 : x$ . Multiplizirt man die mittelften und äußersten Glieder mit einander,

und setzt man die Produkte sich gleich, so erhält man folgende Gleichung:

$$10x = 9x + 1260.$$

Hieraus wird  $x = 1260$  gefunden: die absolute Menge Wärmestoff beträgt demnach im Eise bei einer Temperatur von  $32^\circ 1260^\circ$ ; dem gemäß enthält Wasser von derselben Temperatur  $1400^\circ$  Wärmestoff.

Prüfung dieser Methode. Dieses war das scharfsinnige von Irwine befolgte Verfahren, um die wirkliche Null oder denjenigen Punkt zu finden, wo ein Thermometer stehen würde, wenn man es einem alles Wärmestoffs beraubten Körper näherte. Der eben angeführten Rechnung zufolge würde dieser Punkt beim Eise  $1260^\circ$  unter  $32^\circ$  der Fahrenheit'schen Skale, oder  $1228^\circ$  unter Fahrenheit's 0 liegen. Crawford hingegen, der diesen Versuch mit andern Körpern angestellt hat, setzt die wirkliche Null  $1500^\circ$  unter Fahrenheit's 0.

und Darlegung ihrer Unzulänglichkeit. 4. Unglücklicher Weise ist die Wahrheit derjenigen Grundsätze, auf welche Irwine seine Theorie gründet, keinesweges erwiesen. Der erste Satz, daß der specifische Wärmestoff der Körper bei allen Temperaturen derselbe sey, ist keinesweges durch Versuche dargethan worden; ja Irwine selbst hat gezeigt, daß das Gegentheil hiervon beim Wallrathe und Wachse statt finde. Selbst dann aber, wenn es so lange die Körper in demselben Zustande verharren, bei allen Temperaturen der Fall wäre, so kann man doch nicht, da jede Veränderung im Zustande offenbar mit einer korrespondirenden Veränderung des specifischen Wärmestoffes vergesellschaftet ist, mit Grunde behaupten, daß der specifische Wärmestoff stets, mit dem absoluten im

Verhältnisse stehe. Daraus z. B., daß der specifische Wärmestoff des Eises sich zu dem des Wassers wie 9 zu 10 verhält, folgt noch nicht, daß ihre absoluten Quanta Wärmestoff dasselbe Verhältniß haben; auch kann kein Grund angegeben werden, der zu der Annahme berechtigete, daß dieses Verhältniß beständig seyn müsse.

5. Der zweite Satz, daß nemlich der von den Körpern absorbirte Wärmestoff bei Veränderung ihres Zustandes, stets von der Veränderung des specifischen Wärmestoffes derselben herrühre, wird gleichfalls nicht durch Erfahrung bestätigt; ja, die Erfahrung ist demselben sogar entgegen. Soll der Ausdruck, specifischer Wärmestoff der Körper überhaupt Sinn haben, so kann dadurch nichts anders verstanden werden, als daß dieselbe Menge Wärmestoff die Temperatur des einen Körpers um eine größere Anzahl von Graden erhöhet, als die eines andern.

Es sey z. B. der specifische Wärmestoff von A = 6 und von B = 1, so kann man dadurch doch nichts anders sagen wollen, als daß dieselbe Menge Wärmestoff welche die Temperatur von B um 6° erhöhet, die von A nur um 1° erhöhen werde; oder daß dasjenige Quantum Wärmestoff welches die Temperatur von B um 60° oder 600°, vermehren werde, die von A nur um 10° oder 100° erheben werde. Wenn gesagt wird, der specifische Wärmestoff des Wassers sey 10, der des Eises 9, so kann dieses nur so genommen werden; daß diejenige Menge Wärmestoff, welche das Eis um 10° oder 100° erhebt, die des Wassers nur um 9° oder 90° erhöhen werde. Während des Ueberganges des Eises in den Zustand eines flüssigen Körpers, verbinden sich aber 140° damit, durch welche die Temperatur nicht erhöhet wird,

eine Menge die um  $126^{\circ}$  größer ist, als wofür durch den Unterschied des specifischen Wärmestoffes Grund angegeben werden kann. Die Menge, welche verschwindet, stehet demnach nicht mit dem Unterschiede des specifischen Wärmestoffes im Verhältniß, mithin kann keine Theorie, welche auf dieser Voraussetzung beruhet, als gehödig begründet angesehen werden. Wird Wasser in Wasserdampf verwandelt, so verschwinden  $1000^{\circ}$  Wärmestoff: und es verhält sich doch nach Crawford's eignen Versuchen die specifische Menge des Wärmestoffes im Wasserdampfe, zu der des Wassers nur wie 155 zu 100; so daß nicht weniger als 483 Grad verschwinden, von denen man dieser Theorie nach, keine Rechenenschaft geben kann.

Da beide Meinungen auf welche Fr. v. Ne seine Theorie gründet, nicht haltbar sind, so muß sie als von der Erfahrung nicht unterstützt, aufgegeben werden. Daher rührt es auch, daß wenn man die in verschiedenen Versuchen erhaltenen Resultate mit einander vergleicht, daß nicht die mindeste Uebereinstimmung zwischen denselben angetroffen wird. Hat die wirkliche Null irgend eine Bedeutung, so muß dadurch der Grad verstanden werden, auf welchen das Thermometer, (vorausgesetzt, daß man sich desselben unter diesen Umständen bedienen könnte) wenn es einem Körper welcher keinen Wärmestoff enthält, genähert wird, sinken würde. Es muß folglich einen bestimmten Punkt geben; und wäre das Theorem welches so eben untersucht wird, gehödig begründet, so würden, wenn die Versuche mit jeder der verschiedenen Substanzen, mit Genauigkeit angestellt würden, alle zu denselben Resultaten führen. Wir wollen untersuchen, ob dieses der Fall sey.

Aus Dr. Crawford's Versuchen, folgt wie wir gesehen haben, daß sich die wirkliche Null,  $1500^{\circ}$  unter 0 befindet.

Kirwan setzte, indem er den specifischen Wärmestoff des Wassers mit dem des Eises verglich, die wirkliche Null  $1318^{\circ}$  unter Null.

Aus den Versuchen von Laplace und Lavoisier mit einer Mischung aus Wasser und Kalk in dem Verhältniß wie 9 zu 16 folgt, daß die wirkliche Null  $3426$  unter Null liege.

Nach den Versuchen mit einer Mischung aus vier Theilen Schwefelsäure und 3 Theilen Wasser glaubten sie die wirkliche Null  $7260^{\circ}$  unter 0 setzen zu müssen.

Der Versuch mit einer Mischung aus 4 Theilen Schwefelsäure und 5 Theilen Wasser gab die wirkliche Null  $2598$  unter 0.

Ihre Versuche mit  $9\frac{1}{3}$  Theile Salpetersäure und einem Theile Kalkerde gaben ihnen diesen Punkt  $\frac{1899}{-0,01783}$  unter  $32^{\circ} = +23837$  \*).

Diese Resultate weichen so ausnehmend von einander ab, und das letzte derselben, welches die wirkliche Null weit über die Rothglühhitze setzt, ist so ungereimt, daß es allein hinreicht, die Data, auf welchen dieselben beruhen, für falsch zu erklären.

Dalton's Hypothese. 6. Eine andre Art, die absolute Menge Wärmestoff zu bestimmen, ist kürzlich von Dalton angegeben worden \*\*). Er setzt voraus, daß die abstoßende

\*) Seguin Ann. de Chim. V, 213. Die Rechnung giebt übrigens nicht  $23837^{\circ}$ , sondern  $105943^{\circ}$ . Anm. d. Ueb.

\*\*\*) Manchester Memoirs V.

Kraft, welche unter den Theilen der elastischen Flüssigkeiten statt findet, von dem Wärmestoffe herrühre, mit welchem diese Theilchen verbunden sind, und daß sie stets mit der absoluten Menge des so damit verbundenen Wärmestoffes im Verhältniß stehe. Nun ist aber der Durchmesser der Sphäre, über welche sich der Einfluß eines Theilchens erstreckt, das Maaß der abstoßenden Kraft, und stehet mit der Kubikwurzel der ganzen Masse im Verhältniß. Die Repulsion, welche die Theilchen einer elastischen Flüssigkeit bei verschiedenen Temperaturen ausüben, stehet mit der Kubikwurzel aus dem Volumen der Flüssigkeit bei dieser Temperatur im Verhältniß. Dieser Hypothese gemäß wird sich die absolute Menge des Wärmestoffes in elastischen Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen wie die Kubikwurzel aus ihrem körperlichen Inhalte bei dieser Temperatur verhalten. Um hiervon ein Beispiel zu geben, sey das Volumen der Luft bei  $55^{\circ} = 1000$ ; sein Volumen bei  $212^{\circ} = 1325$ : so wird sich die absolute Menge des Wärmestoffes der Luft bei  $55^{\circ}$ , zu der bei  $212^{\circ}$  verhalten, wie  $\sqrt[3]{1000}$  zu  $\sqrt[3]{1325}$ ; oder beinahe wie 10 zu 11.

Es sey nun die Menge des absoluten Wärmestoffes der Luft bei der Temperatur von  $55^{\circ} = x$ ; so ist die absolute Menge des Wärmestoffes der Luft bei  $212^{\circ} = x + 157$ . Dieses giebt uns folgendes Verhältniß:  $10 : 11 = x : x + 157$ ; folglich  $11x = 10x + 1570$  und  $x = 1570$ . Man erhält demnach  $1570^{\circ}$  für die Menge des absoluten Wärmestoffes der Luft bei der Temperatur von  $55^{\circ}$ . Zieht man diese  $85^{\circ}$  ab, so bleiben  $1515^{\circ}$  unter 0 für den Ort der wirklichen Null übrig \*).

\*) Manchester Memoirs V, 601.

Dieses ist die Hypothese von Dalton, und das von ihm erhaltene Resultat stimmt ziemlich gut mit den Folgerungen, welche Crawford aus einigen seiner Versuche gezogen hat. Macht man aber davon eine Anwendung auf andere Temperaturen, so findet, wie ein anonymer Schriftsteller in dem Journal von Nicholson gezeigt hat \*), keine solche Uebereinstimmung statt. Aus den dort angeführten Beispielen ersieht man, daß, je höher die Temperatur ist, bei welcher die Vergleichung angestellt wurde, um so niedriger sey der Punkt der wirklichen Null. Dalton hat es aber wahrscheinlich zu machen gesucht, daß dieses davon herrühre, weil das Thermometer kein genauer Maaßstab der Temperatur sey \*\*); denn wenn die Angabe der Temperatur nach Deluc's Versuchen verbessert wird, so fällt die Anomalie in einem der angeführten Fälle hinweg.

Ist unzureichend. Die Hypothese von Dalton beruhet auf einer Voraussetzung, welche ungeachtet sie nicht bewiesen werden kann, dennoch bis zu einer gewissen Ausdehnung ausnehmend wahrscheinlich ist. Nämlich bei elastischen Flüssigkeiten ihre eigenthümliche Flüssigkeit von der Wärme her, und stehet die Zunahme ihrer Elasticität mit der Zunahme ihrer Wärme im Verhältniß, so kann schwerlich geleugnet werden, daß die Repulsion zwischen den Theilchen dieser Substanzen, mit der Menge des mit ihnen chemisch verbundenen Wärmestoffes (*caloric combined with them*) im Verhältniß stehe; jedoch nicht mit der ganzen Menge des in ihnen enthaltenen Wärmestoffes, sondern nur

\*) Nicholson's Journal 1803. Vol. 225.

\*\*\*) Ibid. V, 34.

desjenigen, welcher ihre Elasticität bewirkt und verstärkt. Es wird jetzt allgemein angenommen, daß die Entziehung des Wärmestoffes elastische Flüssigkeiten in tropfbarflüssige, ja sogar in feste Körper verwandeln könne. Dalton selbst ist ein Vertheidiger dieser Meinung, die bei dem jetzigen Zustande unsrer Kenntnisse, kaum einen Zweifel zuläßt. Allein die Theilchen der tropfbar flüssigen und festen Körper stoßen einander nicht ab, sondern besitzen eine entgegengesetzte Eigenschaft, indem sie einander anziehen, und doch enthalten sie offenbar alle einen beträchtlichen Antheil Wärmestoff.

Berwandelt man demnach elastische Flüssigkeiten dadurch in tropfbarflüssige, daß man ihnen Wärmestoff entziehet, so würde man den Theilchen derselben, die Repulsionskraft welche sie ausüben, entziehen, und dennoch einen beträchtlichen Antheil Wärmestoff mit ihnen verbunden zurücklassen. Es ist demnach nicht die ganze Menge des Wärmestoffes die mit den Theilchen der elastischen Flüssigkeit verbunden ist, welche als der Grund der Repulsionskraft derselben angesehen werden muß, sondern nur ein Theil derselben. Nun wird man aber doch wohl nicht sagen können, daß die Repulsionskraft der Theilchen der elastischen Flüssigkeiten mit dem Wärmestoff, welcher bei der Hervorbringung derselben nicht thätig ist, und der, wenn auch die Repulsionskraft vernichtet worden, mit dem Körper verbunden bleibt, herrühren könne. Sie kann nur demjenigen Antheil Wärmestoff proportional seyn, welcher bei Hervorbringung der Repulsionskraft wirklich thätig ist.

Dalton's Hypothese setzt uns demnach nur in Stand, diejenige Menge des Wärmestoffes zu finden, welche den elastischen Zustand der dem Versuche unterworfenen Körper her-

vorbringt, keinesweges aber die ganze in ihnen enthaltene Menge desselben; es sey denn, daß man annehme, sie beharrten fortdauernd so lange in dem Zustande elastischer Flüssigkeiten, bis ihnen aller Wärmestoff, das letzte Theilchen ausgenommen, entzogen worden wäre; dieses ist aber eine Voraussetzung, welche ganz und gar nicht zulässig ist.

Auch dient Dalton's Hypothese keinesweges dazu, uns einen bestimmten Begriff von dem Wärmestoff der elastischen Flüssigkeiten zu geben, es sey denn, daß man den specifischen Wärmestoff derjenigen Körper, welche den Vorwurf der Untersuchung ausmachen, bestimme; und nachdem dieses geschehen ist, dasjenige Quantum Wärme, welches den Zustand des Flüssigseyns hervorbringt, auf ein bestimmtes Normalmaaß (standard) z. B. auf die Anzahl von Graden zurückführen, um welche es die Temperatur des Wassers erheben würde, vorausgesetzt, daß dieses seinen Zustand nicht verändere. Dieses ist in der That in allen den Fällen unumgänglich nöthig, in welchen absolut von der wirklichen Null die Rede ist. Denn da eine größere Menge Wärmestoff dazu erforderlich ist, um die Temperatur des einen Körpers um eine bestimmte Anzahl von Graden zu erheben, als die eines andern; so wird, vorausgesetzt daß beide Körper, nachdem sie alles Wärmestoffs beraubt worden, zu derselben Temperatur erhoben werden sollten; die Anzahl von Graden, welche das Thermometer für die Temperatur beider anzeigt, dieselbe seyn; allein die absolute Menge Wärmestoff, welche beiden zugeführt werden müßte, würde sehr verschieden ausfallen. Der Ausdruck wirkliche Null kann keinen Sinn haben, insofern dadurch die Menge des in den Körpern enthaltenen Wärmestoffes angegeben werden soll; es sey denn, daß man

es

es auf einen bestimmten Körper, z. B. Wasser beziehen, und diesen als Normalmaaß annimmt.

Man sieht hieraus, daß keine der bisher versuchten Verfahungsarten hinreichend sey, die absolute Menge des Wärmestoffes in den Körpern zu bestimmen. Zu gleicher Zeit bin ich bei dem bekannten Scharfsinne und der Genauigkeit von Dalton überzeugt, daß er bei fernerer Verfolgung dieses Gegenstandes mehrere scharfsinnige und wichtige Bemerkungen zu machen Gelegenheit haben werde \*).

### III. Von der Kälte.

Nachdem ich die Verfahungsarten angegeben, um die relative Menge des Wärmestoffes in Körpern von derselben Temperatur zu bestimmen, und die verschiedenen Hypothesen, über den absoluten Wärmestoff derselben, angezeigt habe, so bleibt mir nur noch übrig einige wenige Bemerkungen über die Entziehung des Wärmestoffes, oder über das, was im gemeinen Leben Kälte genannt wird, zu machen.

Erklärung der  
Empfindung  
der Wärme und  
Kälte.

Wenn sich der Wärmestoff mit unserem Körper verbindet, oder demselben entzogen wird, so empfinden wir im ersten Falle Wärme, im anderen Kälte. Legt man die Hand auf ein heißes Eisen, so verläßt ein Theil des Wärmestoffes das Eisen, und dringt in die Hand ein, dieß verursacht die Empfindung der Wärme. Wenn man auf der anderen Seite die Hand auf ein Stück

---

\*) Dalton würde sich gegen mehrere der ihm vom Verfasser gemachten Einwürfe vertheidigen lassen; am süglichsten wird dieses im dritten Bande, wo von der Repulsionskraft gehandelt wird, geschehen können.

Eis legt, so verläßt der Wärmestoff schnell die Hand, und verbindet sich mit dem Eise, dieß berursacht die Empfindung der Kälte. Die Empfindung der Wärme wird durch Wärmestoff veranlaßt, der in unseren Körper eindringt, die Empfindung der Kälte durch Wärmestoff, der aus unserem Körper herausgeht. Wir sagen, ein Körper sey warm, wenn er Wärmestoff den ihn umgebenden Körpern mittheilt; wir nennen ihn kalt, wenn er anderen Körpern Wärmestoff entzieht. Die Intensität der Empfindungen der Kälte und Wärme hängt von der Schnelligkeit ab, mit welcher der Wärmestoff in unseren Körper eindringt, oder denselben verläßt, und diese Schnelligkeit steht mit dem Unterschiede der Temperatur zwischen unserem Körper, der heißen oder kalten Substanz, und der leitenden Kraft der letzteren im Verhältnisse. Je höher die Temperatur eines Körpers ist, um so lebhafter ist die Empfindung der Wärme, welche er hervorbringt; je niedriger die Temperatur ist, um so stärker ist die Empfindung der Kälte: und wenn die Temperatur dieselbe ist, so hängen die Empfindungen von der leitenden Kraft der Substanz ab.

Was demnach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche zufolge Kälte genannt wird, ist nichts weiter, als die Abwesenheit des gewöhnlichen Antheils Wärmestoff. Wenn man von einer Substanz sagt, sie sey kalt, so versteht man darunter, daß sie weniger Wärmestoff als gewöhnlich enthalte, oder daß ihre Temperatur niedriger sey, als die unseres Körpers.

Einige schreiben die Kälte kalt machenden Theilen zu.

Es hat dessen ungeachtet Naturforscher gegeben, die behaupteten, daß die Kälte, nicht bloß durch Entziehung des Wärmestoffes, son-

bern durch den Zusatz eines positiven Etwas, oder eines bestimmten Körpers, der eigenthümliche Eigenschaften besitze, hervorgebracht werde. Dieß behaupteten Muschenbroek und Mairan, und es scheint überhaupt die herrschende Meinung der Naturforscher, die vor dem achtzehnten Jahrhundert lebten, gewesen zu seyn. Nach ihnen ist die Kälte eine Substanz von salziger Beschaffenheit, die sehr viel Aehnlichkeit mit dem Salpeter hat, beständig in der Luft umhergetrieben wird, diesen Theilchen geben sie den Namen der Kaltmachenden Theilchen.

Das Daseyn derselben wird widerlegt. Sie wurden zur Annahme dieser Hypothese veranlaßt, weil sie das Gefrieren des Wassers auf keine Art erklären konnten. Nach ihnen drangen die kaltmachenden Theilchen wie Keile zwischen die Theilchen des Wassers, hoben die Beweglichkeit derselben auf, und verwandelten so das Wasser in Eis. Da Black die wahre Ursache vom Gefrieren des Wassers entdeckte, so verbannte er dadurch die kaltmachenden Theilchen gänzlich aus der Naturlehre; da überdieß die Vertheidiger derselben keinen anderen Beweis für ihr Daseyn anführen konnten, als daß sich mit Hülfe derselben manche Erscheinungen bequem erklären ließen, von denen sich aber ohne Beihülfe derselben eine vollkommene Erklärung geben läßt; so fiel jeder Grund, ihr Daseyn anzunehmen, hinweg.

Die einzige Thatsache, welche eine scheinbare Unterstützung der Meinung, daß die Kälte eine Substanz sey, liefert, ist in folgendem sehr sinnreichen Versuche von Pictet enthalten \*).

---

\*) Dieser Versuch, wenigstens ein ähnlicher, wurde vor lan-

Scheinbares  
Zurückstrahlen  
der Kälte.

Es wurden zwei zinnerne Hohlspiegel  $10\frac{1}{2}$  Fuß, von einander gestellt, in den Brennpunkt des einen brachte man ein sehr empfindliches Luft-Thermometer und in den Brennpunkt des andern eine mit Schnee angefüllte gläserne Retorte. Das Thermometer fiel mehrere Grade, stieg aber wieder, wenn der Schnee hinweggenommen wurde. Wurde Salpetersäure auf den Schnee gegossen, (wodurch die Kälte vermehrt wird) so sank das Thermometer  $5^{\circ}$  bis  $6^{\circ}$  niedriger. Hier scheint es, als wenn die Kälte von dem Schnee abgestrahlt, und von den Spiegeln auf das Thermometer zurückgeworfen worden wäre, welches, wofern die Kälte keine Substanz wäre, der Fall nicht hätte seyn können. Dieser Versuch ist gewiß äußerst interessant, und verdient eine genauere Untersuchung, als man bis jetzt angestellt hat. Um ihn zu erklären, muß man sich erinnern, daß der Wärmestoff beständig aus allen Körpern abstrahlt. Nun ist es einleuchtend,

---

ger Zeit von der Akademie del Cimento angestellt. Der neunte Versuch von der zurückgeworfenen Kälte wird so erzählt: „Wir wollten versuchen, ob ein Hohlspiegel, der vor eine 500 Pfund schwere Eismasse gestellt wurde, auf ein sehr empfindliches Thermometer von  $400^{\circ}$ , das in seinem Brennpunkte befindlich war, ein merkliches Zurückwerfen der Kälte verursachen würde. Wir fanden, daß es augenblicklich zu fallen anfang, wegen der Nähe des Eises blieb es aber zweifelhaft, ob die direkten oder zurückgeworfenen Strahlen der Kälte die wirksamern wären. Um uns hiervon zu überzeugen, bedeckten wir das Glas, und (was auch die Ursache gewesen seyn mag) der Weingeist fing augenblicklich zu steigen an. Dessenungeachtet wollen wir nicht bestimmt behaupten, daß außer dem Mangel der Zurückstrahlung vom Glase nicht noch eine andere Ursache vorhanden gewesen seyn könne, indem wir nicht alle die Versuche anstellen konnten, um diesen Gegenstand völlig aufzuklären.“

daß die Temperatur des Thermometers wie die aller anderen Körper zum Theil durch das Einstrahlen des Wärmestoffes aus den umgebenden Substanzen unterhalten wird. Es muß demnach, da es in dem Brennpunkte des einen Spiegels befindlich ist, durch jeden Körper, der in den Brennpunkt des anderen gestellt wird, afficirt werden. Ist dieser Körper kälter, als die umgebenden, so wird eine geringere Menge Wärmestoff von ihm ausgestrahlt und auf ihn geworfen werden; folglich wird das Thermometer sinken, bis der Mangel aus einer anderen Quelle ersetzt wird. Dieß ist ungefähr die Erklärung, die Prevost und Hutton von dieser sonderbaren Thatsache gegeben haben; es kann aber nicht geläugnet werden, daß, so scharfsinnig diese Erklärung auch ist, sie dennoch nicht gänzlich befriedigt.

Man kann dadurch einen sehr hohen Grad von Kälte hervorbringen, wenn man verschiedene feste Substanzen, welche schnell flüssig werden, mit einander vermischt. Die Ursache von dieser Erscheinung ist im Vorhergehenden erklärt worden. Da aber solche Mischungen häufig in der Chemie angewendet werden, um Körper der Einwirkung einer niederen Temperatur auszusetzen, so wird es nicht überflüssig seyn, die verschiedenen Substanzen, welche man zu diesem Zwecke anwenden kann, sowie den Grad der Kälte, welchen jede derselben hervorzubringen vermagend ist, anzuführen.

Von Kälte erzeugenden Mischungen. Der erste, welcher Versuche mit Kälte erzeugenden Mischungen anstellte, war Fahrenheit. Dieser Gegenstand wurde aber weit ausführlicher von Walker in einer Abhandlung, die in den philosophischen Transaktionen vom Jahre 1795 enthalten ist, untersucht. In der Folge hat Lowitz mehrere interessante Zusätze zu diesem Gegen-

stande gemacht. Er schlug vor, sich zu diesen Mischungen der salzsauren Kalkerde zu bedienen, die, wenn sie mit Schnee vermischt wird, einen sehr hohen Grad von Kälte hervorbringt \*). Die Versuche von Lowitz sind kürzlich von Walsker wiederholt und erweitert worden. Die Resultate dieser Versuche enthält nachstehende Tabelle:

## Tabelle

von Kälte erregenden Mischungen.

Mischungen.	Das Thermometer sinkt.
Salzsaures Ammonium 5 Theile	Von 50° auf 10°
Salpeter . . . . . 5 =	
Wasser . . . . . 16 =	
Salzsaures Ammonium 5 =	Von 50° auf 4°
Salpeter . . . . . 5 =	
Schwefelsaures Natrum 8 =	
Wasser . . . . . 16 =	
Salpetersaures Ammonium 1 =	Von 50° auf 4°
Wasser . . . . . 1 =	
Salpetersaures Ammonium 1 =	Von 50° auf 7°
Kohlensaures Natrum . 1 =	
Wasser . . . . . 1 =	
Schwefelsaures Natrum 3 =	Von 50° auf 3°
Verdünnte Salpetersäure 2 =	

\*) Ann. de Chim. XXII, 297. et XXIX, 281.

\*\*) Phil. Trans. 1801. pag. 120.

Fortsetzung der Tabelle von den Kälte erregenden Mischungen.

Mischungen.	Das Thermometer sinkt.
Schwefelsaures Natrum . 6 Theile	Von 50° auf 10°
Salzsaures Ammonium . 4 =	
Salpeter . . . . . 2 =	
Verdünnte Salpetersäure . 4 =	Von 50° auf 14°
Schwefelsaures Natrum . 6 =	
Salpetersaures Ammonium 5 =	
Verdünnte Salpetersäure . 4 =	Von 50° auf 12°
Phosphorsaures Natrum . 9 =	
Verdünnte Salpetersäure 4 =	
Phosphorsaures Natrum . 9 =	Von 50° auf 21°
Salpetersaures Ammonium 6 =	
Verdünnte Salpetersäure . 4 =	
Schwefelsaures Natrum . 8 =	Von 50° auf 0°
Salzsäure . . . . . 5 =	
Schwefelsaures Natrum . 5 =	Von 50° auf 3°
Verdünnte Schwefelsäure 4 =	
Schnee . . . . . 1 =	Von 32° auf 0°
Kochsalz . . . . . 1 =	
Salzsaure Kalkerde . . 3 =	Von 32° auf -50°
Schnee . . . . . 2 =	
Kali . . . . . 4 =	Von 32° auf -51°
Schnee . . . . . 3 =	
Schnee . . . . . 1 =	Von 20° auf -60°
Verdünnte Schwefelsäure . 1 =	
Schnee oder gestoßenes Eis 2 =	Von 0° auf -51°
Kochsalz . . . . . 1 =	

Fortsetzung der Tabelle von den Kälte erregenden Mischungen.

Mischungen.	Das Thermometer fällt.
Schnee und verdünnte Salpetersäure	Von 0° auf - 46°
Salzsaure Kalkerde . . . 2 Theile	Von 0° auf - 66°
Schnee . . . . . 1 =	
Schnee oder gestoßenes Eis 1 =	Von - 5° auf - 18°
Kochsalz . . . . . 5 =	
Salzsaures Ammonium und Salpeter . . . . . 5 =	
Schnee . . . . . 2 =	Von - 10° auf - 56°
Verdünnte Schwefelsäure 1 =	
Verdünnte Salpetersäure 1 =	
Schnee oder gestoßenes Eis 12 =	Von - 18° auf - 25°
Kochsalz . . . . . 5 =	
Salpetersaures Ammonium 5 =	
Salzsaure Kalkerde . . . 3 =	Von - 40° auf - 73°
Schnee . . . . . 1 =	
Verdünnte Schwefelsäure 10 =	Von - 68° auf - 91.
Schnee . . . . . 8 =	

Will man diese Wirkungen hervorbringen, so müssen die Salze frisch krystallisirt, und kurz vorher zu einem feinen Pulver zerrieben worden seyn. Die Gefäße, in welchen die kaltmachende Mischung gemacht wird, müssen sehr dünne seyn, und nur soviel Raum enthalten, als erforderlich ist, um die Mischung zu fassen. Man muß die Materialien so schnell als möglich mit einander vermischen. Diejenigen Materialien, mit welchen man einen sehr hohen Grad der Kälte hervorbringen will, müssen erst dadurch, daß man sie in eine andere kaltmachende Mischung setzt, den Grad der Kälte er-

halten, welcher in der Tabelle angemerkt ist; dann erst bringen sie beim Vermischen die verlangte Temperatur hervor. Wollte man z. B. eine Kälte von  $-46^{\circ}$  erzeugen, so muß der Schnee und die verdünnte Salpetersäure, ehe man sie vermischt, erst dadurch, daß man die Gefäße in welchen sie enthalten sind, in die zwölfte kaltmachende Mischung der oben stehenden Tabelle eintaucht, auf die Temperatur  $0$  zurückgebracht werden. Wollte man einen noch größeren Grad von Kälte hervorbringen, so würden die Materialien, ehe man sie vermischt, durch eine zweite kaltmachende Mischung auf die verlangte Temperatur herabgebracht werden müssen. Dieß Verfahren setzt man so lange fort, bis der erforderliche Grad der Kälte erhalten worden \*).

### Sechster Abschnitt.

#### Von den Quellen des Wärmestoffes.

Da in den vorhergehenden Abschnitten die Natur, Eigenschaften und Wirkungen des Wärmestoffes, soweit unsere jetzigen Erfahrungen reichen, dargelegt worden sind; so bleiben uns nur noch die verschiedenen Wege zu beschreiben übrig, auf welchen Wärmestoff entwickelt oder bemerkbar gemacht, oder die verschiedenen Quellen, aus welchen er erhalten wird. Diese Quellen lassen sich auf fünf zurückbringen: der Wärmestoff strahlt erstlich von der Sonne aus; dann wird er beim Verbrennen entwickelt, und in manchen Fällen durch den Stoß, das Reiben und die Mischung hervorgebracht.

\*) Walker Phil. Trans. 1795.

Die Quellen des Wärmestoffes sind demnach: Die Sonne, das Verbrennen, der Stoß, das Reiben, die Mischung. Von diesen verschiedenen Quellen soll in der angeführten Ordnung im Folgenden gehandelt werden.

### Erste Quelle.

#### Die Sonne.

Die Sonne, welche gleichsam das Lebensprincip des ganzen Sonnensystems ausmacht, ist eine ungeheure Kugel, deren Durchmesser 193886 geographische Meilen beträgt, und welche ungefähr 333928 mal so viel Materie, als die Natur der Erde enthält. Die Naturforscher glaubten seit langer Zeit, daß diese ungeheure Kugel ein heftiges Verbrennen erleide, und dieser Ursache schrieben sie die große Menge Licht und Wärme zu, welche beständig aus derselben abgeschieden wird. Allein die neuesten, sehr sinnreichen und wichtigen Entdeckungen von Herschel, lassen wohl kaum einen Zweifel übrig, daß diese Meinung irrig sey \*). Seinen Beobachtungen zufolge, ist die Sonne eine feste undurchsichtige Kugel, (und hierin der Erde und den anderen Planeten ähnlich) die mit einer sehr dichten und ausgedehnten Athmosphäre umgeben ist. In dieser Athmosphäre sind zwei Regionen von Wolken befindlich. Die untersten Wolken sind undurchsichtig und denjenigen ähnlich, welche sich in unserer Athmosphäre bilden; allein die obere Region der Wolken ist leuchtend, und sendet die große Masse von Licht aus, von welcher der Glanz der Sonne herrührt. Es scheint gleichfalls, daß diese leuchtenden Wolken sehr vie-

\*) Phil. Trans. p. 265.

len Veränderungen, sowohl in der Menge, als im Glanze ausgesetzt sind. Hieraus zieht Herschel den Schluß, daß die Menge des Lichtes und der Wärme, welche die Sonne uns zuschickt, in verschiedenen Jahreszeiten verschieden sey. Er vermuthet, daß dieß eine der Hauptquellen von der Verschiedenheit der Temperatur in verschiedenen Jahren sey.

Sendet 3 Arten von Strahlen aus. 1. Aus den Versuchen von Herschel, Bäckmann und Wollaston folgt, daß die Sonne drei Arten von Strahlen ausfende, nemlich wärme erregende, farben erregende und deoxydirende. Die ersten verursachen Wärme, die zweiten Farbe, und die dritten scheiden den Sauerstoff aus mehreren Körpern aus.

2. Fallen die Sonnenstrahlen auf durchsichtige Körper, so bringen sie wenig Wirkung zuwege, undurchsichtige Körper hingegen werden von ihnen erwärmt. Hieraus folgt, daß diese Strahlen durchsichtige Körper den Sonnenstrahlen einen freien Durchgang verstatten, während die undurchsichtigen sie wenigstens zum Theil zurückhalten. Je dunkler die Farbe des undurchsichtigen Körpers ist, um so größer ist die Temperatur, welche er, wenn er den Sonnenstrahlen ausgesetzt wird, annimmt. Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß, wenn gefärbte Körper dem Sonnenlichte, oder dem Lichte brennender Körper ausgesetzt werden, sie um so stärker erhitzt werden, je dunkler ihre Farbe ist. Hooke stellte über diesen Gegenstand mehrere Versuche an, die in der Folge von Franklin wiederholt wurden.

Letzterer breitete auf Schnee, der von der Sonne beschienen wurde, Stücke Zeug von verschiedener Farbe (weiß, roth, blau, schwarz) aus, und fand, daß nach Maßgabe der

Dunkelheit ihrer Farbe, sie tiefer in den Schnee einsanken, folglich eine höhere Temperatur annahmen. Dieser Versuch wurde mit größerer Genauigkeit von Davy wiederholt. Er setzte dem Sonnenlichte sechs gleich große Stücke Kupfer, die weiß, gelb, roth, grün, blau und schwarz angestrichen waren, so aus, daß nur eine Seite derselben erleuchtet wurde. Auf der nicht erleuchteten Seite war eine Mischung aus Wachs und Talg aufgestrichen, die bei einer Temperatur von 76° schmolz. Dasjenige Cerat, welches an dem schwarzangestrichenen Kupfer befindlich war, schmolz zuerst, dann das, an dem blauen befestigte, dann das an dem grünen und rothen, hierauf das am gelben, und zuletzt das am weißen befindliche \*). Nun ist es bekannt, daß dunkel gefärbte Körper selbst dann, wenn sie gleichförmig dem Lichte ausgesetzt sind, weniger Lichtstrahlen zurückwerfen, als die, welche eine helle Farbe haben. Da nun dieselbe Menge Licht auf jeden dieser Körper fällt, so ist es einleuchtend, daß die dunkelgefärbten eine größere Menge Lichtstrahlen absorbiren und zurückbehalten, als die hellgefärbten. Daß eine solche Absorption wirklich statt finde, ersieht man aus folgendem Versuche: Thomas Wedgwood setzte zwei Stücke von leuchtendem oder phosphorescirendem Marmor auf ein Stück Eisen, dessen Temperatur der des Glühens am nächsten kam. Das eine Stück Marmor, das schwarzangestrichen war, leuchtete nicht, das andere hingegen leuchtete. Da sie zum zweitenmale auf ähnliche Art auf heißes Eisen gestellt wurden, so verbreitete der ungefärbte Marmor ein schwaches Licht, der andere hingegen leuchtete nicht im geringsten. Die schwarze Farbe

---

\*) Beddoes Contributions p. 4.

wurde hierauf abgewischt, und nun mit beiden Stücken Marmor der Versuch wiederholt; jetzt verbreitete das Stück Marmor, welches vorher geschwärzt war, ein eben so schwaches Licht, wie das andere \*). In diesem Falle verschwand das Licht, welches der phosphorescirende Marmor hätte verbreiten sollen, gänzlich, es muß ihm demnach der Ausgang verschlossen, und durch dasselbe die schwarze Farbe zurückgehalten worden seyn. Die schwarzen Substanzen sind demnach diejenigen, welche das meiste Licht absorbiren; und sie sind zugleich diejenigen, welche, dem Lichte am stärksten ausgesetzt, am stärksten erwärmt werden. Cavallo bemerkte, daß ein Thermometer mit einer geschwärzten Kugel höher stand, als ein anderes mit einer ungefärbten Kugel, wenn beide demselben Sonnenlichte, Tageslichte, oder dem Lichte einer Lampe ausgesetzt wurden \*\*). Pictet fügte zu derselben Bemerkung noch diese hinzu, daß, wenn die zwei Thermometer einige Zeit an einen finsternen Ort gestellt wurden, sie genau denselben Grad zeigten. Er bemerkte ferner, daß wenn beide Thermometer um eine gewisse Anzahl von Graden erhitzt worden waren, das ungefärbte weit schneller fiel, als das andere \*\*\*).

Wärme, die durch die Sonnenstrahlen hervorgebracht wird.

3. Die Temperatur, welche in den Körpern, durch die unmittelbare Wirkung der Sonnenstrahlen hervorgebracht wird, übersteigt selten  $120^{\circ}$ ; sie würden aber eine ungleich höhere Temperatur hervorbringen, wenn man verhindern könnte, daß die mitgetheilte Wärme durch die umgebenden

\*) Phil. Trans. 1792.      \*\*) Ibid. 1780.

\*\*\*) Ueber das Feuer. Kap. IV.

Körper nicht geraubt würde. Saussüre ließ sich eine kleine Büchse verfertigen, die mit feinem trockenem Kork ausgefüllt war. Die Oberfläche des Korkes wurde verkohlt, um sie schwarz und schwammig zu machen. Hierdurch suchte er zu bewirken, daß er die größtmögliche Menge der Sonnenstrahlen absorbire, und ein so schlechter Leiter des Wärmestoffs als möglich sey. Stellte er die mit einer dünnen Glasscheibe bedeckte Büchse in die Sonne, so stieg ein auf dem Boden derselben befindliches Thermometer in wenigen Minuten auf  $221^{\circ}$ , während die Temperatur der Atmosphäre nur  $75^{\circ}$  war \*). Professor Robison verfertigte einen Apparat von derselben Art; er bediente sich hierzu dreier sehr dünner Gefäße von Flintglas, welches mehr Wärmestoff, als irgend eine andere Glasart, hindurchläßt. Sie waren alle von derselben Gestalt, oben gewölbt, und hatten einen Raum von  $\frac{1}{4}$  Zoll zwischen sich. Sie wurden auf eine Unterlage von Kork, der eben so, wie der von Saussüre, zubereitet war, gesetzt, und mit Daunen, die in einem Cylinder aus Pappe enthalten waren, umgeben. Vermittelt dieses Apparats stieg das Thermometer an einem hellen Sommertage oft auf  $230^{\circ}$ , und einmal auf  $237^{\circ}$ . Selbst wenn der Apparat vor ein helles Feuer gesetzt wurde, stieg das Thermometer auf  $212^{\circ}$  \*\*).

---

\*) Voyage sur les Alpes II, 932.

\*\*) Black's Lectures I, 547. Wurde der Apparat, ehe die Gläser eingesetzt wurden, in einen feuchten Keller gebracht, so daß der Apparat sich mit dieser feuchten Luft füllte, so stieg das Thermometer nie über  $208^{\circ}$ . Hieraus schloß Dr. Robison, daß feuchte Luft ein besserer Leiter der Wärme sey, als trockne; eine Folgerung, welche spätere Versuche des Grafen Rumford vollkommen bestätigt haben.

Durch Brenngläser.  
4. Dieß ist die Temperatur, welche durch die einfachen Sonnenstrahlen hervorgebracht wird. Werden aber dieselben durch ein Brennglas verdichtet, so entzünden sie brennbare Körper mit Leichtigkeit und bringen eine Hitze zuwege, die eben so groß, wo nicht größer, als diejenige ist, welche durch das heftigste und am besten geleitete Feuer hervorgebracht werden kann. Sollen aber die verdichteten Sonnenstrahlen diese Wirkung erregen, so müssen sie auf einen Körper geleitet werden, der fähig ist, sie zu absorbiren, und zurückzuhalten; denn wenn sie auf durchsichtige Körper, oder auf Flüssigkeiten z. B. auf Luft, fallen, so bringen sie wenig oder gar keine Wirkung zuwege.

5. Diese Thatsachen, welche längst bekannt sind, veranlaßten die Naturforscher zu der Behauptung, daß die Sigrung des Lichtes in den Körpern, stets ihre Temperatur erhebt. Auf der anderen Seite kannte man sehr viele Fälle, in welchen immer durch die Verbindung mit einer gewissen Menge Wärmestoff die Entwicklung von Licht hervorgebracht wird; denn wenn die Körper bis auf eine gewisse Temperatur erwärmt werden, so fangen sie stets an zu glühen. Niedurch hielt man sich zu der Folgerung berechtigt, daß Licht und Wärmestoff einander wechselseitig entwickeln; und dieses wurde dadurch erklärt, daß man annahm, sie besäßen die Eigenschaft einander zurückzustoßen.

nähert von der Sigrung des Wärmestoffes her.  
6. Die neusten Entdeckungen in diesem Theile der Chemie haben den Ungrund aller derjenigen Beweisgründe gezeigt, durch welche man diese Folgerungen stützte. Nicht allein Licht, sondern auch Wärmestoff strahlen von der Sonne aus. Man kann demnach nicht die Erhöhung der Temperatur der Absorbition des Lichts,

sondern man muß sie der Absorbtion des Wärmestoffes zuschreiben; besonders da die Strahlen des Mondes ungeachtet sie leuchten, doch keine Erhöhung der Temperatur bewirken. Thatsachen nöthigen uns demnach zu dem Schlusse, daß die Sonne Wärmestrahlen aussende; daß diese Strahlen von den undurchsichtigen Körpern absorbiert und zurückbehalten werden, und daß die Absorbtion, wenn alle übrigen Umstände gleich sind, mit der Dunkelheit der Farbe des absorbirenden Körpers im Verhältnisse stehe. Es ergibt sich demnach, daß, wenn die Wärmestrahlen auf einen Körper wirken, die Veränderung der Temperatur von seiner Undurchsichtigkeit und Farbe abhängt. In dieser Rücksicht kommt der Wärmestoff mit dem Lichte überein. Wird aber der Wärmestoff einem Körper zugeleitet, so hat seine Undurchsichtigkeit oder Farbe keinen Einfluß auf die nachfolgende Veränderung der Temperatur.

### Zweite Quelle.

#### D a s V e r b r e n n e n .

Ercheinungen  
des Verbrennens. Es giebt vielleicht keine an sich auffallendere Erscheinung: keine, die von größerem Nutzen wäre, oder welche mehr die Aufmerksamkeit der Chemisten auf sich gezogen hätte, als das Verbrennen. Wird ein Stein, oder ein Ziegel erhitzt, so erleiden sie keine andere Veränderung, als daß ihre Temperatur erhöht wird; überläßt man sie sich selbst, so kehren sie in ihren vorigen Zustand zurück. Mit den brennbaren Stoffen hingegen hat es eine ganz andere Bewandniß. Erhitzt man sie bis zu einem gewissen Grade bei dem Zutritte der freien Luft, so werden sie plötzlich

plötzlich ungleich heißer durch sich selbst, bleiben eine beträchtliche Zeit außerordentlich heiß, und senden den benachbarten Körpern eine beträchtliche Menge Wärme und Licht zu. Nach einiger Zeit läßt diese Entwicklung von Wärme und Licht nach, und hört zuletzt gänzlich auf. Der brennbare Körper hat nun eine vollständige Veränderung erlitten, und ist in eine Substanz, die ganz verschiedene Eigenschaften besitzt, und nicht länger zum Verbrennen tauglich ist, verwandelt worden. Wird z. B. Kohle einige Zeit lang bei der Temperatur von  $800^{\circ}$  erhalten, so entzündet sie sich, wird ausnehmend heiß, und es entwickelt sich lange Zeit aus ihr Wärme und Licht. Läßt diese Entwicklung nach, so ist die Kohle, bis auf einen geringen Rückstand von Asche, gänzlich verschwunden, indem sie fast gänzlich als kohlen-saures Gas entweicht; es sey denn, daß der Versuch in einem besonders dazu eingerichteten Apparate angestellt worden. Werden die verschiedenen Produkte gesammelt und gewogen, so findet man, daß ihr Gewicht das der verzehrten Kohle weit übersteigt.

1. Der erste Versuch, das Verbrennen zu erklären, war roh und unbefriedigend. Man nahm das Daseyn eines gewissen elementarischen Stoffes, Feuer genannt, an, der die Eigenschaft besaß, andere Körper zu verzehren, und sie in seine eigene Natur zu verwandeln. Wenn man nach dieser Hypothese eine Pfanne mit Kohlen entzündet, so wird ein kleiner Antheil von dem Elemente des Feuers mit demselben in Berührung gebracht, dieser fängt augenblicklich an, die Kohle zu verzehren, und sie in Feuer zu verwandeln. Was nicht geschickt ist, dem Feuer zur Nahrung zu dienen, bleibt in Gestalt der Asche zurück.

Hooke's Theorie des Verbrennens. Die von Hooke im Jahre 1665 bekanntgemachte Theorie, war ungleich scharfsinniger und genugthuender. Nach ihm ist in der atmosphärischen Luft eine eigenthümliche Substanz enthalten, die, wenn sie mit Salpeter nicht völlig übereinkommt, doch ihm sehr ähnlich ist. Dieser Stoff besitzt die Eigenschaft, alle brennbaren Körper aufzulösen; jedoch muß die Temperatur derselben genugsam erhöht seyn. Die Auflösung erfolgt mit einer solchen Schnelligkeit, daß sie sowohl Wärme als Licht veranlaßt, die nach seiner Meinung bloß Bewegungen sind. Die aufgelöste Substanz befindet sich zum Theil im Zustande der Luft, zum Theil in einem tropfbar flüssigen und festen Zustande. Die Menge dieses Auflösungsmittels, die in einem bestimmten Volumen atmosphärischer Luft enthalten ist, ist weit unbedeutlicher, als in demselben Volumen Salpeter. Dieß ist der Grund, daß ein brennbarer Körper nur eine kurze Zeit in einem gegebenen Volumen Luft brennt; das Auflösungsmittel ist bald gesättigt, und so wie dieser Fall eintritt, hört das Verbrennen auf. Hieraus ergibt sich, warum das Verbrennen am besten von Statten geht, wenn ein beständiger Zufluß von frischer Luft statt findet; und daß es ausnehmend beschleunigt werden müsse, wenn das Feuer durch einen Blasebalg angefaßt wird \*).

Wird von Mayow angenommen. Ungefähr zehn Jahre nach der Bekanntmachung von Hooke's Mikrographie wurde seine Theorie von Mayow in einer Abhandlung, die dieser zu Drford über den Salpeter drucken ließ, ohne daß er den eigentlichen

---

\*) Hooke's Micrographia p. 103. Man sehe auch seine Lampas.

Urheber derselben nannte, vorgetragen \*). Wir verdanken ihm mehrere scharfsinnige und wichtige Versuche, durch die er manches anticipirte, was durch die neuere Theorie zur Gewißheit gebracht worden ist; allein seine Schlüsse sind meistens theils ungereimt, und die Zusätze, welche er zu Hooke's Theorie machte, sind ausnehmend ausschweifend. Dem Auflösungsmittel von Hooke gab er den Namen Spiritus nitro-aëreus. Es besteht, nach seiner Voraussetzung, aus sehr kleinen Theilchen, die mit den Theilchen der brennbaren Stoffe in Streit begriffen sind, und aus diesem Kampfe gehen alle Veränderungen der Dinge hervor. Das Feuer besteht in einer sehr raschen Bewegung dieser Theilchen, die Wärme in einer weniger schnellen Bewegung. Die Sonne besteht bloß aus salpeterluftförmigen Theilchen (particulis nitro-aëreis) die sich mit großer Schnelligkeit bewegen. Sie sind durch den ganzen Raum verbreitet. Ihre Bewegung wird um so langsamer, je weiter sie von der Sonne entfernt sind; und wenn sie sich der Erde nähern, werden sie spitzig und erzeugen Kälte \*\*).

\*) De Sal-Nitro et Spiritu nitro-aëreo.

\*\*\*) Ungeachtet Rayow's Theorie ihm nicht angehörte, und obgleich die von ihm gemachten Zusätze ungereimt sind, so verrieth seine Abhandlung dennoch einen Mann von Geist, und enthält eine Menge von neuen Ansichten, welche die neueren Entdeckungen in der Chemie vollkommen bestätigt haben. Er fand die Ursache von der Gewichtszunahme der Metalle bei der Kalination auf; er erforschte die Veränderungen, welche das Verbrennen und Atmen in der Luft hervorbringen, und bediente sich bei seinen Versuchen eines Apparats, der dem jetzt üblichen pneumatischen Apparate ähnlich war. Vielleicht ist der interessanteste Theil des ganzen Werkes sein vierzehntes Kapitel, in welchem er

3. Die Aufmerksamkeit der Chemisten wurde bald von der Theorie des Hooke und Mayow abgelenkt, und auf eine andere gerichtet, die Becher zuerst vortrug, welche aber sein Schüler Stahl mit so vieler Geschicklichkeit modificirte, in eine so schöne systematische Form brachte, und mit so zahlreichen, passenden Erläuterungen ausrüstete, daß sie durchgängig Eingang fand, Stahlen zu dem höchsten Range unter den Naturforschern erhob, und ihn zum Grund der einer Theorie machte, die unter dem Namen der Stahl'schen Theorie vom Verbrennen allgemein Eingang fand.

Stahl'sche Theorie. Nach Stahl enthalten alle verbrennlichen Substanzen, einen gewissen Körper als Bestandtheil, den er Phlogiston nannte, und als die Ursache ihrer Verbrennlichkeit ansah. Diese Substanz ist in allen brennbaren Körpern genau dieselbe. Die Verschiedenheit dieser Körper rührt allein von den Bestandtheilen her, welche sie enthalten, und mit denen das Phlogiston verbunden ist. Das Verbrennen, und alle dasselbe begleitende Erscheinungen, hängen von der Abscheidung, und dem Entweichen dieses Princip's ab, und wenn es gänzlich dem Körper entzogen worden, so ist der Ueberrest unverbrennlich. Dieses Phlogiston ist nach Stahl vorzüglich geneigt, eine lebhaft, wirbelnde Bewegung anzunehmen. Die Wärme und das Licht, welche bei dem Verbrennen zum Vorschein kommen, sind zwei Eigenschaften des Phlogistons, wenn es sich in dieser lebhaften Bewegung befindet.

---

eine genauere Kenntniß der chemischen Verwandtschaften verräth, als weder seine Zeitgenossen, noch auch seine Nachfolger, die späteren ausgenommen, besaßen.

Verbessert durch  
Macquer.

4. Der berühmte Macquer, der sich so viele Verdienste um die Chemie erworben hat, war einer der ersten, der einen auffallenden Mangel in Stahl's Theorie wahrnahm. Newton hatte gezeigt, daß das Licht eine Substanz sey, es war demnach unstatthaft, es zu einer bloßen Eigenschaft des Phlogistons, oder des Elementes des Feuers zu machen. Demzufolge erklärte Macquer das Phlogiston für nichts anderes, als für Licht, welches sich mit den Körpern verbunden habe. Diese Meinung wurde von einer großen Anzahl scharfsinniger Chemisten angenommen, und es wurden manche sinnreiche Gründe aufgesucht, um die Wahrheit derselben zu beweisen. Ist Phlogiston nur allein Licht, welches sich in den Körpern figirt hat; woher kommt die Wärme, die während dem Verbrennen wahrgenommen wird? Ist diese Wärme nichts anderes, als eine Eigenschaft des Lichtes? Black zeigte, daß der Wärmestoff sich mit Körpern, die nicht verbrennlich sind, wie mit Eis oder Wasser verbinden, oder in ihnen figirt werden könne, hieraus schloß er, daß derselbe keine Eigenschaft, sondern eine Substanz sey. Dieses nöthigte die Naturforscher den Begriff des Phlogistons anders zu bestimmen.

5. Nach ihnen giebt es eine eigenthümliche Substanz, die äußerst fein und fähig ist, die dichtesten Körper zu durchdringen, damit verbindet sie eine ausnehmende Elasticität, und ist die Ursache der Wärme, des Lichtes, des Magnetismus, der Electricität und selbst der Schwere. Diese Materie, (der Aether von Hooke und Newton) ist also diejenige Substanz, welche Phlogiston genannt wird, und die in einem figirten Zustande in den brennbaren Körpern enthalten ist. Wird sie in Freiheit gesetzt, so ertheilt sie den

Substanzen, welche Wärmestoff und Licht genannt werden, diejenigen eigenthümlichen Bewegungen, welche in uns die Empfindungen der Wärme und des Lichtes hervorbringen. Daher kommt es, daß in allen Fällen, wo Verbrennen statt findet, Wärmestoff und Licht frei wird. Dieß ist ferner der Grund, daß ein Körper nach dem Verbrennen schwerer ist, als er vorher war, denn da das Phlogiston selbst die Ursache der Schwere ist, so wäre es ungereimt anzunehmen, daß es selbst Schwere habe. Es ist weit vernünftiger, ihm ein Princip der Leichtigkeit beizulegen.

Modificirt durch 6. Einige Zeit nach dieser letzten Modifikation Priestley, wiederholte Priestley, der so viel zur raschen Erweiterung der pneumatischen Chemie gethan hat, mehrere frühere Versuche über das Verbrennen von Hooke, Boyle, Nales, und fügte mehrere eigene hinzu. Er fand bald, so wie jene Naturforscher vor ihm, daß die atmosphärische Luft, in welcher brennbare Körper bis zum Verlöschen gebrannt hatten, eine sehr beträchtliche Veränderung erlitten hatte; denn kein brennbarer Körper wollte in derselben ferner brennen, und kein Thier konnte sie einathmen, ohne zu ersticken. Er schloß, daß diese Veränderung vom Phlogiston herrühre, daß die Luft sich mit dieser Substanz verbunden habe, und daß die Luft darum beim Verbrennen nöthig sey, damit sie das Phlogiston anziehe, zu welchem sie eine große Verwandtschaft hat. Wäre dieses, so fehlte es immer noch an einem Erklärungsgrunde des Ursprungs der Wärme und des Lichts, welche sich während des Verbrennens entwickeln, indem das Phlogiston, wenn es sich aus den brennbaren Körpern nur dadurch abscheidet, daß es sich mit der Luft verbindet, keine Wirkung auf diese beiden Stoffe, in welchem Zustande man sie sich auch denken mag, ausüben kann.

Durch *Crawford*. 7. Der berühmte *Crawford* war der erste, welcher diese Schwierigkeit zu lösen versuchte, indem er *Black's* Lehre von der verborgenen Wärme auf die Theorie des Verbrennens anwandte. Nach ihm verbindet sich während des Verbrennens das Phlogiston des brennbaren Körpers mit der Luft, und zu gleicher Zeit wird der Wärmestoff und das Licht, mit welchen diese Flüssigkeit vorher verbunden war, ausgeschieden. Wärme und Licht, welche während des Verbrennens zum Vorscheine kommen, waren vorher in der Luft gegenwärtig. Diese Theorie war sehr von der *Stahlschen* verschieden, und um vieles befriedigender; noch blieb aber immer die Frage, was Phlogiston sey? unbeantwortet.

und *Kirwan*. 8. *Kirwan* versuchte diese Frage zu beantworten, und zu zeigen, daß Phlogiston und Wasserstoff ein und dasselbe sey. Diese Meinung, welche, wie *Kirwan* selbst erzählt, in ihm durch die Entdeckungen von *Priestley* entstanden war, fand bei der chemischen Welt eine sehr günstige Aufnahme, und wurde entweder in ihrer ganzen Ausdehnung, oder mit gewissen Modifikationen von *Bergmann*, *Morveau*, *Crell*, *Wiegleb*, *Westrumb*, *Karsten*, *Hermstädt*, *Bewley*, *Priestley* und *Delametherie* angenommen. *Kirwan* bemühet sich zu zeigen, daß der Wasserstoff als Bestandtheil in jedem brennbaren Körper enthalten sey, daß er während dem Verbrennen sich aus den brennbaren Körpern ausscheide, und mit dem Sauerstoff der Luft verbinde. Die weitere Ausführung seiner Gründe findet man in folgender Abhandlung: *An Essay on Phlogiston and the Constitutions of Acids* \*).

\*) Ich habe in der historischen Uebersicht, welche ich im

Wiederlegt  
von Lavoisier.

9. Während dieser verschiedenen Modifikationen der Stahlischen Theorie, war Lavoisier unablässig thätig, die Erscheinungen des Verbrennens zu studiren. Schon im Jahre 1770 scheint er sich mit diesem Gegenstande beschäftigt, und die Mängel der herrschenden Theorie eingesehen zu haben. Auf die ersten richtigen Begriffe, was es mit dem Verbrennen eigentlich für eine Verwandniß habe, scheint er durch Bayen's Abhandlung über die Quecksilberoxyden, deren Vorlesung er in der Akademie der Wissenschaften 1774 bewohnte, geleitet worden zu seyn. Diese ersten Begriffe, oder vielmehr Vermuthungen, verfolgte er mit un-

---

Terze gegeben habe, die Hypothese, welche Scheele im Jahre 1777 bekannt machte, übergangen.

In der Abhandlung über Luft und Feuer, welche zu den vorzüglichsten Arbeiten dieses außerordentlichen Mannes gehört, schließt er aus einer zahlreichen Menge von Versuchen, daß der Wärmestoff aus einer gewissen Menge Sauerstoff, die sich mit Phlogiston verbunden habe, bestehe. Die strahlende Wärme, von der er glaubte, daß sie sich eben so, wie das Licht, in graden Linien fortpflanzen lasse, und sich nicht mit der atmosphärischen Luft verbinden könne, war nach ihm Sauerstoff, der sich mit einer größeren Menge Phlogiston vereinigt hatte, und Licht eine Zusammensetzung aus Sauerstoff und einer noch größeren Menge Phlogiston. Er vermuthete ferner, daß der Unterschied unter den Lichtstrahlen von der Menge des Phlogistons abhängen würde; der rothe enthielt nach ihm das wenigste, der violette Lichtstrahl das meiste Phlogiston. Unter Phlogiston scheint Scheele den Wasserstoff verstanden zu haben. Es ist daher unnöthig, seine Theorie zu untersuchen, da es jetzt bekannt ist, daß die Verbindung des Wasserstoffes und Sauerstoffes nicht Wärmestoff, sondern Wasser bildet. Das ganze Gebäude fällt demnach zusammen, allein die Wichtigkeit der Materialien wird immer bewundert werden, und die Trümmer des Gebäudes werden ewige Denkmale von dem Genie ihres Erbauers abgeben.

ermüdetem Fleiße; er verglich damit die zahlreichen Entdeckungen, die von anderen Chemisten gemacht wurden, und die er durch eine Reihe der mühsamsten und scharfsinnigsten Untersuchungen vermehrte, und so gelang es ihm, folgendes Gesetz vollkommen zu begründen: Daß bei jedem Verbrennen der Sauerstoff sich mit dem brennenden Körper verbinde. Diese wichtige Entdeckung verbreitete Licht über jeden Theil der Chemie, durch sie konnte man eine zahlreiche Menge von Thatsachen, die bis dahin einzeln dastanden, und unerklärlich waren, verbinden, und Grund von ihnen angeben; ja sie ertheilte dem ganzen Inbegriff der chemischen Kenntnisse eine neue Form, und erhob die Chemie zum Range einer Wissenschaft.

Nachdem Lavoisier sich selbst von dem Daseyn dieses neuen Gesetzes überzeugt, und seine Beweise der Welt vorgelegt hatte, so verstrich doch einige Zeit, ehe er Anhänger seiner Theorie gewinnen konnte. Endlich entsagte Berthollet im Jahre 1785 in einer Versammlung der Akademie feierlich seinen alten Meinungen, und trat zu der neuen Lehre über. Ihm folgte Fourcroy, und 1787 gab Morveau bei einem Besuche in Paris seine bisherigen Ueberzeugungen auf, und vereinigte sich mit Lavoisier und seinen Freunden. Dem Beispiele dieser ausgezeichneten Männer, folgten bald alle jüngere Chemisten in Frankreich.

Lavoisier's Erklärung des Verbrennens hängt ganz und gar von zwei Gesetzen ab, die von ihm und von Black entdeckt worden sind. Wird ein brennbarer Körper bis auf eine gewissen Temperatur gebracht, so verbindet er sich mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre, und dieser läßt während dieser Verbindung den Wärmestoff und das Licht, mit welchen

er im gasförmigen Zustande vereinigt war, fahren. Hieraus wird es erklärbar, warum bei jedem Verbrennen Licht und Wärme frei werde; sowie die Veränderungen, welche der brennbare Körper durch das Verbrennen erleidet.

So konnte Lavoisier das Verbrennen erklären, ohne sich des Phlogistons als Erklärungsgrundes zu bedienen; eines Princip's, dessen Daseyn man nur darum angenommen hatte, weil man das Verbrennen ohne dasselbe nicht glaubte erklären zu können. Keinem Chemisten war es je geglückt, das Phlogiston in einem isolirten Zustande darzustellen, oder einen anderen Beweis für sein Daseyn zu geben, als daß es sehr tauglich sey, einen Grund für die Erscheinungen des Verbrennens anzugeben. Der Beweis für sein Daseyn gründete sich ganz allein darauf, daß ohne dasselbe das Verbrennen unbegreiflich wäre. Lavoisier, der eine völlig genugthuende Erklärung vom Verbrennen gab, ohne daß er nöthig hatte, zum Phlogiston seine Zuflucht zu nehmen, zeigte zu gleicher Zeit dadurch, daß aller Grund wegfalle, ein solches Princip anzunehmen.

10. Allein durch diese Erklärung, wurde die Hypothese von Kirwan, der das Phlogiston für identisch mit dem Wasserstoffe hielt, keinesweges umgestoßen; indem es keinem Zweifel ausgesetzt war, daß der Wasserstoff ein wirklich vorhandenes Ding sey. Wäre aber der Wasserstoff wirklich das Phlogiston, so muß er einen Bestandtheil von jedweden brennbaren Körper ausmachen, und aus diesem, so oft ein Verbrennen statt findet, sich entwickeln. Diese Punkte suchte demnach Kirwan zu beweisen. Gelang ihm dieses nicht, oder zeigte die Erfahrung das Gegentheil, so mußte seine Hypothese zu Boden stürzen.

Lavoisier und seine Anhänger, sahen den wichtigen Nutzen ein, der sich aus Kirwan's Versuch ziehen läßt. Durch Widerlegung dieser Hypothese, welche von den angesehensten Chemisten Europens angenommen worden war, mußte ihre Theorie einen Glanz bekommen, der die entgegengesetzte gänzlich verbunkelte. Demzufolge wurde Kirwan's Versuch in das Französische übersetzt, und jedem der Abschnitte, aus denen er bestand, eine Widerlegung beigefügt. Vier dieser widerlegenden Abhandlungen waren von Lavoisier, drei von Berthollet, drei von Fourcroy, zwei von Morveau und eine von Monge abgefaßt; und um den französischen Chemisten Gerechtigkeit wiederfahren zu lassen, es gab nie eine vollständigere Widerlegung. Kirwan selbst mit der Aufrichtigkeit, welche ausgezeichneten Geistern eigen ist, gab seine Meinung als unhaltbar auf, und ging zu Lavoisier's Parthei über.

II. So vernichtete Lavoisier das Daseyn des Phlogistons gänzlich, und gründete eine Theorie des Verbrennens, welche der gänzlich ähnlich war, die Hooke schon früher vorgetragen hatte. Die Theorie von Hooke war nur in allgemeinen Ausdrücken abgefaßt, die von Lavoisier ging mehr ins Einzelne. Die erstere war eine Hypothese oder glückliche Vermuthung, deren Grund oder Ungrund wegen des Zustandes der Kindheit, in welchem sich die Chemie damals befand, nicht ausgemittelt werden konnte; da hingegen Lavoisier durch genaue Versuche, und durch eine Reihe sinnreicher und meisterhafter Schlüsse, seine Theorie begründete.

Lavoisiers Theo-  
rie.

Nach Lavoisier's Theorie, welche jetzt allgemein angenommen ist, und von den Che-

misten als eine vollständige Erklärung der Erscheinungen betrachtet wird, besteht das Verbrennen aus zwei Stücken: Erstlich aus einer Zerlegung, zweitens aus einer Verbindung. Der Sauerstoff der Atmosphäre, der sich in einem gasförmigen Zustande befindet, ist mit Wärmestoff und Licht verbunden. Während des Verbrennens wird dieses Gas zerlegt, der Wärmestoff und Lichtstoff desselben werden frei, der Sauerstoff, welcher die Grundlage desselben ausmacht, verbindet sich mit dem brennbaren Körper, und bildet das Produkt. Das Produkt ist unverbrennlich, denn da seine Basis schon mit Sauerstoff gesättigt ist, so kann sie sich nicht mit einem neuen Antheile desselben verbinden. Dies ist ein kurzer historischer Umriss von den Verbesserungen, die mit diesem interessanten Theile der Chemie nach und nach vorgenommen worden sind. Ich werde jetzt diesen Gegenstand ausführlicher betrachten.

12. Unter dem Verbrennen versteht man eine durchgängige Veränderung in der Natur des brennbaren Körpers, die mit einer häufigen Entwicklung von Wärme und Licht vergesellschaftet ist. Jede Theorie des Verbrennens muß nachstehende zwei Punkte erklären, erstlich, die Veränderung, welche der Körper erleidet, und zweitens, das Freiwerden von Wärme und Licht, mit welchem diese Veränderung vergesellschaftet ist.

Unterschied zwischen  
sich Oxidation  
und Verbrennen.  
neu.

13. Lavoisier erklärte die erste dieser Erscheinungen vollständig, indem er zeigte, daß sich in allen Fällen der Sauerstoff mit dem brennenden Körper verbinde, und daß diejenige Substanz, welche nach dem Verbrennen zurückbleibt, die Zusammensetzung sey, welche durch Verbindung des brennbaren Kör-

pers mit Sauerstoff gebildet wurde. Es gelang ihm aber nicht gleich gut, das Freiwerden von Wärme und Licht, welches bei dem Verbrennen statt findet, zu erklären. Wirklich wurde dieser Theil des Gegenstandes größtentheils von ihm übersehen. Die Verbindung mit dem Sauerstoffe wurde als der wichtigste und wesentlichste Theil bei diesem Prozesse betrachtet. Daher hielten Lavoisier's Anhänger die Ausdrücke Oxydation und Verbrennen für gleichbedeutend; allein mit Unrecht, denn der Sauerstoff verbindet sich oft mit den Körpern, ohne daß Wärme und Licht frei werden. Auf diese Art verbindet er sich mit dem Stickstoffe, der Salzsäure und dem Quecksilber: allein die Entwicklung von Wärme und Licht wird dem gewöhnlichen Sprachgebrauche zufolge, für ein wesentliches Stück bei dem Verbrennen gehalten. Die Verbindung mit dem Sauerstoffe ohne diese Entwicklung, ist sowohl in Ansehung der Erscheinungen, als der Produkte sehr von der verschieden, bei welcher dieselbe statt findet, sie müssen daher von einander unterschieden werden. Ich bediene mich des Wortes *Verbrennung* in diesem Werke in seiner gewöhnlichen Bedeutung.

14. Um von dem Freiwerden von Wärme und Licht, welches einen Theil des Verbrennens ausmacht, Grund anzugeben, nahm Lavoisier zu der Theorie von Crawford seine Zuflucht. Die Wärme und das Licht sind derselben zufolge, mit dem Sauerstoffe ganz verbunden, und werden, wenn sich das Gas mit dem brennbaren Körper verbindet, abgeschieden. Ungeachtet diese Erklärung in den gewöhnlichen Fällen Genüge leistet, so läßt sie doch andern gänzlich unerklärt. Man glaubt, daß Wärme und Licht

Schwierigkeit, den Ur- mit dem Sauerstoff der Atmosphäre verbun-

den wären, weil er sich in einem gasförmigen Zustande befindet, und daß sie von ihm getrennt würden, weil er den gasförmigen Zustand verliert. Allein das Verbrennen, welches erfolgt, ist gleich lebhaft, der angewandte Sauerstoff möge sich in einem festen oder tropfbarflüssigen, oder gasförmigen Zustande befinden. Wird z. B. Salpetersäure auf Leinöl oder Terpentinöl gegossen, so erfolgt ein sehr lebhaftes Verbrennen, und es wird eine beträchtliche Menge von Wärmestoff und Licht frei. Hier macht der Sauerstoff einen Theil der tropfbarflüssigen Salpetersäure aus, und ist schon mit dem Stickstoffe verbunden, oder um die Sprache der französischen Chemisten zu reden, der Stickstoff hat das Verbrennen erlitten. In diesem Falle befindet sich der Sauerstoff nicht allein in einem tropfbarflüssigen Zustande, sondern er hat auch die Veränderung erfahren, welche durch das Verbrennen hervorgebracht wird; so daß sich aus dem Sauerstoffe nicht allein im tropfbarflüssigen Zustande, sondern auch nach dem Verbrennen, Wärme und Licht entwickeln kann; welches der Theorie gänzlich entgegen ist.

Wird Schießpulver in verschlossenen oder luftleeren Gefäßen entzündet, so brennt es mit großer Lebhaftigkeit. Diese Substanz besteht aus Salpeter, Kohle und Schwefel. Die beiden letzten Bestandtheile sind verbrennlich, der erste, der eine Zusammensetzung aus Salpetersäure und Kali ist, giebt den Sauerstoff her. In diesem Falle befindet sich der Sauerstoff nicht allein schon mit dem Stickstoffe in Verbindung, sondern macht auch einen Bestandtheil eines festen Körpers aus; und dennoch wird eine beträchtliche Menge Wärmestoff und Licht während des Verbrennens frei, und fast alle Pro-

dukte desselben befinden sich in einem gasförmigen Zustande. Dieses verträgt sich auf doppelte Art mit Lavoisier's Theorie nicht; denn man muß annehmen, daß ein fester Körper bei seinem Uebergange in einen gasförmigen Zustand Licht und Wärme habe fahren lassen, und auf der anderen Seite einräumen, daß er, um als Gas erscheinen zu können, mehr Wärmestoff und Licht nöthig gehabt habe, als in dem festen Körper enthalten war.

Durch Brugnatelli scheint der erste gewesen zu seyn, der diesen Einwurf in seiner ganzen Stärke fühlte. Er suchte ihm auf folgende Art zu begegnen. Er nahm an, daß sich der Sauerstoff in zwei verschiedenen Zuständen mit den Körpern verbinden könne: in dem einen bleibe er mit dem größten Antheile von Wärmestoff und Licht verbunden, mit dem er im gasförmigen Zustande vereinigt war; im zweiten Zustande lasse er vorher allen Wärmestoff und alles Licht fahren, ehe er die Verbindung eingehe. In dem ersten Zustande nennt er ihn *Thermoxygen*, in dem anderen *Oxygen*. Das *Thermoxygen* macht nicht allein einen Bestandtheil der gasförmigen, sondern auch mehrerer tropfbarflüssigen und festen Substanzen aus. Nur in den Fällen, in welchen der Sauerstoff als *Thermoxygen* in die Verbindung der tropfbarflüssigen oder festen Körper eingeht, wird Wärmestoff und Licht entwickelt. Alle Metalle verbinden sich nach ihm mit *Thermoxygen*; diejenigen Substanzen hingegen, welche durch das Verbrennen in Säuren verwandelt worden, verbinden sich mit Sauerstoff \*). Diese sinnreiche Theorie würde, wosfern sie sich durch überzeugende

---

\*) Ann. de Chim. XXIX, 182.

Beweise darthun ließe, allen Schwierigkeiten begegnen. Da aber bis jetzt sich kein anderer Grund für ihre Annahme angeben läßt, als daß sich durch sie mehrere schwierige Punkte bei den Erscheinungen des Verbrennens erklären lassen; so muß man sie vielmehr bis jetzt für eine glückliche Hypothese als für eine völlig begründete Theorie halten \*).

Eintheilung der Körper in Feuerträger, verbrennliche und unverbrennliche Körper. 16. Alle Naturkörper lassen sich, insofern es das Verbrennen betrifft, in drei Klassen eintheilen: nämlich in Feuerträger (supporters), brennbare und unverbrennliche Substanzen.

Unter Feuerträgern (supporters) verstehe ich solche Substanzen, die selbst, streng genommen, nicht fähig sind zu verbrennen, deren Gegenwart aber unumgänglich nöthig ist, wenn dieser Proceß glücklich von statten gehen soll. Brennbare und unverbrennliche Stoffe bedürfen keiner Erklärung.

Feuerträger. Der Sauerstoff ist der einzige bekannte einfache Feuerträger; sind aber unverbrennliche Stoffe mit dem Sauerstoffe verbunden, so können sie gleichfalls Feuerträger werden. Die beiden unverbrennlichen Stoffe, welche allein diese Eigenschaft besitzen, sind der Stickstoff und die Salzsäure \*\*). Diese Eigenheit derselben bewog mich, sie von den übrigen zu

\*) Der Leser findet diese Theorie im zweiten und dritten Bande des Journal de Chimie von van Mons. Ich vermeide darüber weitläufiger zu seyn, weil ich keinen einzigen Beweisgrund für die Behauptungen derselben kenne.

\*\*) Man könnte zu diesen Stoffen vielleicht noch das Quecksilber hinzusetzen: mir wenigstens sind alle Versuche verunglückt, um ein Verbrennen desselben zu bewirken.

zu trennen, und ihnen unter den einfachen eine Stelle anzuweisen. Der erste derselben verbindet sich mit vier Antheilen Sauerstoff, der zweite mit zwei: wir haben demnach einen einfachen und sechs zusammengesetzte Feuerträger, nämlich:

1. Sauerstoffgas.
2. Atmosphärische Luft.
3. Salpetriges Dryde (Drydirtes Stickgas).
4. Salpeteroxyde (Salpetergas).
5. Salpetersäure.
6. Drydirte Salzsäure.
7. Ueberoxydirte Salzsäure.

**Brennbare Stoffe.** 17. Die brennbaren Stoffe sind von dreierlei Art; nämlich einfache, zusammengesetzte und Dryden. Die einfachen sind die vier einfachen brennbaren Stoffe, welche im zweiten Kapitel der ersten Abtheilung dieses Theils beschrieben worden sind, und wenn nicht alle, doch der größte Theil der Metalle. Die zusammengesetzten sind die verschiedenen Verbindungen, welche diese einfachen Substanzen unter einander eingehen. Die verbrennlichen Dryden bestehen aus der Verbindung der brennbaren Stoffe, oder ihrer Zusammensetzungen mit dem Sauerstoffe, ohne daß hierbei ein Verbrennen statt findet. Sie sind sehr zahlreich, und machen den größten Theil der animalischen und vegetabilischen Substanzen aus.

**Produkte.** 18. Während des Verbrennens verbindet der Sauerstoff des Feuerträgers sich stets mit der neuen Substanz, und bildet eine neue Zusammensetzung, die ich das Produkt des Verbrennens nennen werde. Dies ist, wie Lavoisier überzeugend dargethan hat, der Grund der Veränderung, welche die brennbaren Körper beim Verbren-

nen erleiden. Es verdient Aufmerksamkeit, daß jedes Produkt des Verbrennens eine von folgenden drei Substanzen ist: 1) Wasser; 2) eine Säure; 3) ein metallisches Dryde.

Partielle Feuerträger. 19. Einige der Produkte des Verbrennens können sich mit einem neuen Antheile Sauerstoff verbinden; allein diese Verbindung ist nie mit den Erscheinungen des Verbrennens vergesellschaftet, und das Produkt wird mit Hülfe derselben in einen Feuerträger verwandelt. Dieß ist der Fall mit verschiedenen metallischen Dryden. Solche Zusammensetzungen können partielle Feuerträger genannt werden, indem sie nur einem Antheile Sauerstoff diese Eigenschaft verdanken. Die folgenden Dryden sind partielle Feuerträger.

1. Das Peroxyde des Goldes.
2. Das Peroxyde des Silbers.
3. Das rothe Quecksilberoxyde.
4. Das Peroxyde des Quecksilbers.
5. Das Peroxyde des Eisens.
6. Die rothen und braunen Dryden des Bleies.
7. Das Peroxyde des Magnesiums.

Diese Stoffe nehmen, jedoch immer nur von den Feuerträgern, Sauerstoff an.

20. Da der Sauerstoff nur dann, wenn er einen Bestandtheil der Feuerträger und partiellen Feuerträger ausmacht, das Verbrennen unterstützen kann, so ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß der Zustand, in welchem er in diesen Körpern befindlich ist, sich von dem in welchem er in anderen Körpern vorkommt, unterscheidet. Da nun Licht und Wärme sich stets während des Verbrennens entwickeln, nie aber, wenn der Sauerstoff sich ohne Verbrennen mit Kör-

pern verbindet, so kann man flüchtig voraussetzen, daß der Sauerstoff der Feuerträger entweder den einen, oder den andern dieser Stoffe, oder beide enthalte: während der Sauerstoff in anderen Zusammensetzungen davon frei ist.

Der Sauerstoff, Ich bin geneigt zu glauben, daß der Sauerstoff der Feuerträger nur allein Wärmestoff enthält Warmestoff. enthalte, während dieser Stoff in anderen Fällen gänzlich fehlt, oder wenigstens nicht in erforderlicher Menge vorhanden ist. Ich werde dadurch zu dieser Meinung veranlaßt, weil die Menge Wärmestoff, welche sich während des Verbrennens entwickelt, stets mit der Menge des Sauerstoffes, die sich mit dem brennenden Körper verbindet, im Verhältnisse steht, dieß ist aber keinesweges in Ansehung des Lichtes der Fall. So verbindet sich z. B. der Wasserstoff mit mehr Sauerstoff, als irgend ein anderer Körper: und es ist bekannt, daß die Wärme, welche beim Verbrennen des Wasserstoffes frei wird, größer sey, als die, welche auf einem anderen Wege hervorgebracht wird; allein das sich hierbei entwickelnde Licht ist kaum bemerkbar.

Die brennbaren Stoffe enthalten Licht. 21. Es war längst eine von den Chemisten allgemein angenommene Meinung, daß sich das Licht in einem figirten Zustande in allen verbrennlichen Körpern befinde. Lavoisier's Entdeckungen vermochten die meisten, diese Meinung aufzugeben, indem er voraussetzte, daß sich das Verbrennen auf eine befriedigende Art ohne diese Annahme erklären lasse. Ja die Anhänger dieses großen Mannes hielten es sogar für Pflicht, sich dieser Meinung aus allen Kräften zu widersetzen, weil das figirte Licht von denjenigen Naturforschern, welche behaupteten, daß es einen Bestandtheil der brennbaren Körper ausmache, unglücklicher-

weise den Namen Phlogiston erhalten hatte, eine Benennung, welche sie für völlig unverträglich mit der Wahrheit hielten. Diese Hypothese wurde aber doch gelegentlich zuerst von Richter und Delametherie, und nachmals auf eine förmlichere Art von Gren erneuert. Allein die Chemisten schenkten derselben wenig Aufmerksamkeit. Die auffallenden Erscheinungen, welche *Chenevix* bei seinen Versuchen über die überoxydirte Salzsäure wahrnahm, machten ihn eben dieser Meinung geneigt; und ich bemühte mich, sie durch einige Bemerkungen, welche ich in *Nicholson's Journal* bekannt machte, zu unterstützen \*).

Es wird äußerst wahrscheinlich, daß das Licht mit dem brennbaren Körper verbunden sey, wenn man erwägt, daß die Menge desselben, welche beim Verbrennen frei wird, gänzlich von der Beschaffenheit der brennbaren Körper abhängt. Aus dem Phosphor entwickelt sich eine sehr große Menge, aus der Kohle eine geringere, und aus dem Wasserstoff die geringste; und dennoch ist die Menge des Sauerstoffes, welche sich während dieses Processes mit dem brennbaren Körper verbindet, in den Fällen am größten, in welchen die Menge des Lichtes am kleinsten ist. Außerdem hängt die Farbe des Lichtes in allen Fällen von der Beschaffenheit des brennenden Körpers ab, welches gleichfalls sich nicht flüchtig ereignen kann, wenn das Licht nicht aus dem brennen-

---

\*) *Nicholson's Journal* 1807. p. 10. Portal hat einige sehr richtige Erinnerungen gegen meine Bemerkungen gemacht, welche alle Aufmerksamkeit verdienen. Da ich diesen Gegenstand weiter verfolgte, erhielt ich einige ziemlich auffallende Resultate, die zwar einige der wichtigsten Einwürfe vernichteten, allein mich doch auf andere geführt haben, welche ich nicht erwartet hatte.

den Körper abgeschieden wird. Es ist ferner eine bekannte Thatsache, daß, wenn Pflanzen im Finstern wachsen, sich kein brennbarer Stoff in ihnen bildet; die Gegenwart des Lichtes ist demnach zur Bildung dieser Substanzen unumgänglich erforderlich.

Diese und mehrere andere Erfahrungen, welche ich anführen könnte, geben der Meinung, daß das Licht einen Bestandtheil der brennbaren Stoffe ausmache, einen beträchtlichen Grad der Wahrscheinlichkeit; allein sie können nicht als völlig entscheidend angesehen werden, auch ist man nicht im Stande, alle die Einwürfe zu beantworten, welche sich gegen diese Meinung machen lassen. Zu gleicher Zeit muß man aber auch einräumen, daß keiner der Einwürfe, die man gegen diese Hypothese macht, einen positiven Beweis ihrer Falschheit enthalte. Stets ist es ein Beweis von der Schwierigkeit einer Untersuchung, und von den geringen Fortschritten welche man in derselben gemacht hat, wenn sich sowohl für das Für als Wider einer Frage scheinbare Gründe vorbringen lassen.

Erklärung des 22. Dürfte man annehmen, daß der Sauerstoff der Feuerträger Wärmestoff als Bestandtheil enthält, während die brennbaren Körper Licht enthalten, so würde die Erklärung der beim Verbrennen vorkommenden Erscheinungen keine Schwierigkeit haben. Der in den Feuerträgern enthaltene Sauerstoff wäre eine zwiefache Zusammensetzung aus 1) einer Grundlage; 2) aus Wärmestoff. Die brennbaren Körper würden gleichfalls zwei Bestandtheile enthalten, nämlich 1) eine Grundlage, 2) Licht. Während des Verbrennens verbindet sich die Grundlage des Sauerstoffes mit der Basis des brennbaren Körpers, und bildet

das Produkt; indem zu gleicher Zeit der mit dem Sauerstoffe verbundene Wärmestoff sich mit dem Lichte des brennbaren Körpers vereinigt, und in dieser Zusammensetzung als Feuer entweicht. Das Verbrennen würde demnach eine doppelte Zersetzung seyn; der Sauerstoff und der brennbare Körper theilen sich jeder in zwei Bestandtheile, welche sich wieder paarweise vereinigen; die eine Zusammensetzung ist das Produkt, die andere das Feuer, welches entweicht.

Hieraus ergibt sich der Grund, warum der Sauerstoff der Produkte unfähig ist, das Verbrennen zu unterhalten. Ihm fehlt der Wärmestoff. Auch dieses wird erklärlich, warum kein Verbrennen statt findet, wenn sich der Sauerstoff mit Produkten oder mit der Grundlage der Feuerträger vereinigt. Diese Körper enthalten kein Licht. Der im Sauerstoffe enthaltene Wärmestoff wird demnach nicht abgeschieden, und es entwickelt sich kein Feuer. Dieser Sauerstoff behält demnach seinen Wärmestoff bei, und ist fähig, ein Verbrennen hervorzubringen, wenn ihm ein Körper dargeboten wird, welcher Licht enthält, und dessen Grundlage eine Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat. Man sieht ferner, warum nur ein brennbarer Körper die Brennbarkeit der Grundlage eines Produktes wiederherstellen kann. In allen diesen Fällen findet eine doppelte Zersetzung statt. Der Sauerstoff des Produktes verbindet sich mit der Grundlage des brennbaren Körpers, während das Licht des brennbaren Körpers sich mit der Grundlage des Produktes vereinigt.

23. Die Anwendung dieser Theorie auf die Erscheinungen des Verbrennens ist so einleuchtend, daß sie keine besondere Erklärung nöthig macht. Sie setzt uns in Stand, mit gleicher Leichtigkeit einige auffallenden Erscheinungen aufzu-

Flären, welche bei der Bildung der schwefelhaltigen und phosphorhaltigen Zusammensetzungen statt finden. Der Schwefel und Phosphor verbinden sich mit den Metallen und mit einigen Erden. Diese Verbindung kann ohne Mitwirkung der Wärme nicht statt finden; dadurch wird der Schwefel und Phosphor geschmolzen. In dem Augenblicke, da sie sich mit den metallischen oder erdigten Grundlagen verbinden, wird die Zusammensetzung fest, und fängt zu gleicher Zeit lebhaft zu glühen an, welches einige Zeit anhält. In diesem Falle spielen der Schwefel und Phosphor die Rolle eines Feuerträgers; denn sie werden geschmolzen, und enthalten demnach eine beträchtliche Menge Wärmestoff, das Metall, oder die Erde vertritt die Stelle eines brennbaren Körpers, und beide enthalten Licht als Bestandtheil. In dem Augenblicke der Verbindung vereinigt sich der Schwefel oder Phosphor mit dem Metalle, oder der Erde, während der Wärmestoff des einen sich mit dem Licht des anderen verbindet, und als Feuer entweicht. Dieser Proceß könnte demnach ein Halbverbrennen genannt werden, durch welchen Ausdruck man andeuten will, daß bei ihm genau die Hälfte der charakteristischen Eigenschaften des Verbrennens statt findet.

### Dritte Quelle.

#### D e r S t o ß .

Es ist eine wohlbekannte Thatsache, daß durch das Aneinanderschlagen harter Körper Wärme hervorgebracht wird. Wird ein Stück Eisen stark und rasch gehämmert, so wird es glühend. Daß durch das Aneinanderschlagen von Stahl und Stein Funken hervorgebracht werden, ist eine so alltägliche Erfahrung, daß kaum eine Erwähnung derselben nöthig

ist. Noch nie hat man aber bemerkt, daß bei dem Stoß von Flüssigkeiten oder weicher Körper, die leicht dem Stöße nachgeben, Wärme entwickelt werde.

Der Stoß bringt I. Die Entwicklung des Wärmestoffes durch eine Verdichtung zuwege. den Stoß, scheint eine Folge der beständigen oder vorübergehenden Verdichtung des gestoßenen Körpers zu seyn. Das specifische Gewicht des Eisens vor dem Hämmern beträgt 7,788, nach dem Hämmern 7,840: das des Platins vor dem Hämmern 19,50: nach dem Hämmern 23,00.

Der Wärme- stoff wird durch Verdichtung entwickelt. 2. Die Verdichtung scheint stets Wärmestoff zu entwickeln, wenigstens ist das bei den Körpern der Fall, in welchen eine beträchtliche und beständige Verminderung des Volumens bewirkt werden kann. Wird gasförmige Salzsäure von Wasser absorbiert, so steigt die Temperatur dieser Flüssigkeit bald auf  $100^{\circ}$ ; eine noch höhere Temperatur wird hervorgebracht, wenn gasförmiges Ammonium und gasförmige Salzsäure, sich zu einem festen Salze vereinigen. Wird kohlensaure Kalkerde in Schwefelsäure aufgelöst, so wird eine beträchtliche Menge Wärme frei. In dem angeführten Falle geht die Säure und das in ihr enthaltene Wasser zum Theil aus dem Zustande eines tropfbar flüssigen in den eines festen Körpers über, und das Volumen wird beträchtlich vermindert. Es ist gleichfalls bekannt, daß, wenn die Luft schnell verdichtet wird, ein von ihr umgebenes Thermometer um mehrere Grade steige \*). Von der Schnelligkeit, mit welcher dieses Steigen erfolgt, nahm Dalton zu der Bemerkung Veran-

\*) Darwin Phil. Trans. 1788.

lassung, daß eine ungleich größere Menge Wärmestoff entwickelt werde, als das Thermometer anzeigt. Es folgt aus seinen Versuchen, daß, wenn die atmosphärische Luft durch Verdichten schnell auf die Hälfte ihres Volumens zurückgebracht wird, die Temperatur derselben um  $50^{\circ}$  steige \*). Dieselbe Veränderung findet statt, wenn man Luft schnell in einen luftleeren Raum eindringen läßt. Es ist kaum zu bezweifeln, daß die Erhöhung der Temperatur weit mehr als  $50^{\circ}$  betragen müsse, wenn die Erfahrung von Mollet richtig ist, daß ein kleines Stückchen leinenes Zeug, welches zusammengerollt worden, sich entzündet, wenn man es in die enge Röhre steckt, in welche sich das untere Ende einer Luftpumpe, deren man sich gewöhnlich zum Verdichten der Luft bedient, endigt \*\*).

Auf der anderen Seite findet, wenn ein Körper schnell verdünnt wird, eine Verminderung der Temperatur statt. Dalton hat gezeigt, daß wenn die Luft aus einem gläsernen Recipienten ausgepumpt wird, die Temperatur um  $50^{\circ}$  sinkt \*\*\*).

3. Es ist leicht einzusehen, warum das Verdichten Ent-

\*) Manchester Mem. V, 515.

\*\*\*) Pictet Phil. Mag. XIV, 364. Hiermit ist die Erscheinung des schwachen Lichtscheines verwandt, welcher die Mündung einer Windbüchse, welche im Finstern losgeschossen wird, umgiebt. Diese merkwürdige Erscheinung, die noch nicht auf eine befriedigende Art erklärt worden ist, wurde zuerst von Fletcher (Nicholson's Journal 1803. IV, 280.) und nachmals von Mollet bemerkt. Man sehe Phil. Mag. Ebendas. Mollet's Versuche haben sich bei der Wiederholung vollkommen bewährt.

Ann. d. Uebers.

\*\*\*) Manchester Mem. V, 515.

wickelung des Wärmestoffes, das Verdünnen das Gegentheil bewirken muß. Zwingt man die Theilchen eines Körpers einander näher zu rücken, so wird die Repulsivkraft des mit ihnen verbundenen Wärmestoffes vergrößert, und es wird ein Theil desselben zu entweichen geneigt seyn. Ist eine Menge Eisen gehämmert worden, so findet man, daß sie härter und spröder geworden ist; sie muß demnach dichter geworden seyn, und folglich einen Theil des Wärmestoffes verloren haben. Eine hinzukommende Bestätigung hiervon ist, daß dieselbe Stange sich nicht zum zweitenmale durch Hämmern erwärmen läßt, es sey denn, daß sie einige Zeit geglühet worden: sonst ist sie zu spröde, und springt unter dem Hammer in Stücken. Nun aber scheint die Sprödigkeit in sehr vielen Fällen vom Mangel der gewöhnlichen Menge Wärmestoff herzuführen. Nicht gefühltes, oder sehr schnell abgefühltes Glas ist stets ausnehmend spröde. Im geschmolzenen Glase ist eine außerordentliche Menge Wärmestoff angehäuft, die Repulsionskraft zwischen den Theilchen desselben muß demnach sehr groß seyn; so groß, daß sie in jeder Richtung mit außerordentlicher Geschwindigkeit entfliehen würden, wenn sie nicht eine unglaublich große Menge Wärmestoff in den umgebenden Körpern zurückhielte. Wird demnach der umgebende Wärmestoff hinweggenommen, so entweicht der Wärmestoff des Glases auf einmal, und es verläßt eine größere Menge Wärmestoff das Glas, als es unter anderen Umständen der Fall gewesen wäre, weil die Schnelligkeit der Theilchen ausnehmend vergrößert ist. Die Sprödigkeit des Glases rührt demnach wahrscheinlich von dem Mangel des Wärmestoffes her; und es ist kaum zu bezweifeln, daß die Sprödigkeit des Eisens dieselbe Ursache habe, vorzüglich, wenn man sich er-

innert, daß sie durch einen neuen Zufluß von Wärmestoff gehoben werden kann.

Die Verdichtung vermindert den specifischen Wärmestoff. 4. Es verdient gleichfalls bemerkt zu werden, daß die Verdichtung den specifischen Wärmestoff der Körper vermindert. Wird einer von den, zu Wedgwood's Pyrometer, gehörenden Thoncyllindern bis zu  $120^{\circ}$  erhitzt, so wird sein Volumen um die Hälfte vermindert, ungeachtet er nur zwei Gran am Gewichte verloren hat, und sein specifischer Wärmestoff, ist zugleich um ein Drittheil kleiner geworden \*). Man kann sich aber eine Verminderung des specifischen Wärmestoffes eines Körpers unmöglich denken, ohne daß zu gleicher Zeit Wärmestoff frei geworden wäre.

Warum Wärme durch das Schlagen entwickelt wird. 5. Diese Beobachtungen sind hinreichend, um zu erklären, warum Wärmestoff durch den Stoß entwickelt werde. Er wird gezwungen aus den Theilchen des geschlagenen Körpers, mit denen er verbunden war, herauszubringen. Allein ein Theil des Wärmestoffes, der sich nach dem Stöße entwickelt, entsteht oft auf eine andere Art. Durch die Verdichtung, wird so viel Wärmestoff entbunden, als hinreichend ist, um die Temperatur einiger der Theilchen des Körpers so sehr zu erheben, daß sie sich mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre verbinden können. Diese Verbindung findet wirklich statt, und es kommt eine beträchtliche Menge Wärme dadurch hinzu, die durch Zersetzung der Luft abgeschieden wird. Daß dieses beim Zusammenschlagen des Stahles und Feuersteines der Fall sey, kann nicht geläugnet werden; denn die Funken sind kleine

\*) T. Wedgewood Phil. Trans. 1792.

Stückchen Eisen, welche sich bei ihrem Durchgange durch die Luft mit dem Sauerstoffe derselben verbinden, und dadurch glühend werden; man kann sich hievon leicht überzeugen, wenn man sie einer genauen Untersuchung unterwirft. *Na w k s b e e* und andere haben gezeigt, daß Stahl und Stein im Vacuum der Luftpumpe keine Funken geben, *Kir w a n* hat die Bemerkung gemacht, daß wenn dieser Versuch unter Brunnenwasser angestellt wird, Funken zum Vorschein kommen.

Es ist nicht so leicht den Grund aufzufinden, woher bei dem Zusammenschlagen zweier nicht brennbaren Stoffe, das Freiwerden des Wärmestoffes komme. In dem letzten Kapitel wurde angeführt, daß bei dem Zusammenschlagen zweier Stücke Quarz, Feuerstein, Feldspath, oder anderer ähnlicher harten Steine, Licht entwickelt werde. Es wird gleichfalls, wie aus dem Ganzen der Erscheinung hervorgeht, unter diesen Umständen Wärmestoff entwickelt. *L. Wedgewood* fand, daß wenn ein Stück Fensterglas mit einem sich im Kreise bewegenden Sandsteine in Berührung gebracht wurde, dasselbe an den Berührungspunkten glühend wurde, und daß sich von demselben Theilchen trennten, welche Schießpulver und Wasserstoffgas entzündeten \*). Wir müssen entweder annehmen, daß in allen diesen Fällen der Wärmestoff nur allein durch Verdichtung hervorgebracht werde, oder wir müssen bekennen, daß diese Erscheinung unerklärlich sey. Dieß ist der einzige Fall, in dem, ohne daß die Mitwirkung des Sauerstoffes erwiesen, oder auch nur wahrscheinlich gemacht werden kann, das Freiwerden von Licht und Sauerstoff statt findet.

---

\*) *Phil. Trans.* 1792. p. 45.

Die Erscheinung von Licht, welche das Aneinanderschlagen gewisser Körper im luftleeren Raume begleitet, und auch bei einigen Körpern statt findet, die das Verbrennen nicht unterhalten können, scheint eine Wirkung der Electricität zu seyn; denn Davy hat bemerkt, daß alle solche Körper electrisch sind. Sie sind häufig auch phosphorescirend, welche Eigenschaft aus derselben Quelle abgeleitet werden kann \*).

#### Vierte Quelle.

#### D a s R e i b e n.

Die Entwick- Der Wärmestoff wird nicht allein durch den  
lung des Wä- Stofß, sondern auch durch das Reiben entwic-  
mestoffes durch kelt. Man kann Feuer hervorbringen, wenn  
Reiben. felt. Man kann Feuer hervorbringen, wenn  
man Stücke trocknes Holz stark aneinander reibt. Es ist  
eine bekannte Thatsache, daß die schwer beladenen Wagen oft  
durch das Reiben der Achse in der Höhle des Rades entzündet  
werden.

Rührt nicht von Auf welche Art wird nun der Wärmestoff  
der Verdichtung durch das Reiben entwickelt, oder angehäuft?  
her. Nicht dadurch, daß die Dichte der aneinandergeriebenen Kör-  
per vermehrt wird, wie es bei dem Stoße der Fall war, denn  
man kann auch Wärme dadurch hervorbringen, daß man  
weiche Körper aneinander reibt. Die Dichtigkeit der letzteren  
kann unmöglich vermehrt werden, wie sich auch jeder leicht  
überzeugen kann, wenn er dadurch Wärme hervorbringt,  
daß er die eine Hand stark an der andern reibt. Es ist zwar  
bekannt, daß durch Reiben von Flüssigkeiten Wärme nicht

\* Journal of the Royal Instit. I, 264.

hervorgebracht werden kann; sie geben aber zu stark nach, auch nicht vor als daß sie stark genug gerieben werden könnten. Es rührt nicht davon her, daß der specifische Wärmestoff der geriebenen Körper abnimmt, denn Rumford fand keine merkliche Abnahme \*) und wenn eine Abnahme statt fände, so würde sie doch nicht beträchtlich genug seyn, um daraus die große Menge von Wärmestoff, welche sich zuweilen beim Reiben entwickelt, ableiten zu können.

Rumford nahm einen Kanonenlauf, rauh und ungebohrt, wie er aus der Gießerei kommt. Er ließ das Ende desselben abschneiden. Indem das Metall an diesem Theile herunter gedreht wurde, entstand ein voller Cylinder der  $7\frac{1}{4}$  Zoll im Durchmesser und  $9\frac{3}{8}$  Zoll in der Länge hatte. Dieser blieb mit dem übrigen Theile des Metalles vermittelst eines kleinen cylindrischen Halses verbunden. In diesen Cylinder wurde eine Oeffnung gebohrt, die 3,7 Zoll im Durchmesser und 7,2 Zoll in der Länge hatte. In die Höhlung wurde ein stumpfer, stählerner Bohrer gebracht, der durch Pferde so bewegt wurde, daß er sich am Boden der Höhlung rieb. Zu gleicher Zeit wurde eine kleine Oeffnung in den Cylinder senkrecht gegen den Bohrer gemacht, die sich in dem massiven Theile des Cylinders etwas hinter dem Bohrer endigte: sie hatte zur Absicht, ein Thermometer in dieselbe zu bringen, um die Temperatur des Cylinders zu messen.

Der Cylinder wurde mit Flanell umwickelt, um die Wärme zusammenzuhalten. Der Bohrer wurde gegen den Boden der Oeffnung mit einer Kraft, die 10000 Pfund gleich

---

\*) Nicholson's Journal II, 106.

war, gedrückt, und der Cylinder 32mal in einer Minute um seine Achse bewegt. Bei dem Anfange des Versuches war die Temperatur des Cylinders  $60^{\circ}$ ; nach Verlauf von 30 Minuten, nachdem derselbe 960 Umläufe gemacht hatte, war seine Temperatur  $130^{\circ}$ . Die Menge des Metallstaubes, die durch dieses Reiben abgelöst wurde, betrug dem Gewichte nach 837 Gran. Wollte man annehmen, daß sich aller Wärmestoff aus diesem Staube entwickelt hätte, so müßten, da er genau  $\frac{1}{948}$  von der Masse des Cylinders betrug, von ihm, um die Temperatur des Cylinders um  $1^{\circ}$  zu erhöhen,  $948^{\circ}$  Wärmestoff hergegeben worden seyn. Da nun die Temperatur des Cylinders auf  $130^{\circ}$  gestiegen war, folglich um  $70^{\circ}$  zugenommen hatte, so würde die Menge des hierzu erforderlichen Wärmestoffes  $66360^{\circ}$  betragen, eine Menge, die so groß ist, daß sie unmbglich durch die abgeriebenen Theile hervorgebracht seyn kann \*).

Auch kann der Wärmestoff, der sich während des Reibens entwickelt, nicht von der Verbindung des Sauerstoffes mit den Körpern selbst, oder einem Theile derselben, herkommen. Pictet befestigte an die Achse eines in einem Uhrwerke befindlichen Rades, kleine Schalen. Die Einrichtung war so getroffen, daß sie sich mit großer Schnelligkeit bewegten, und sich an verschiedenen Substanzen, die an ihrer Außenseite befestigt waren, rieben; während ein, in ihrem Innern angebrachtes sehr empfindliches Thermometer, die dadurch hervorgebrachte Temperatur anzeigte. Die Maschine war klein genug, daß sie unter die Glocke einer Luftpumpe gestellt werden konnte. Vermittelt dieser Vorrichtung wurde

\*) Nicholson's Journal II, 106.

ein Stück Diamantspath in freier Luft an einer stählernen Schale gerieben. Es sprühten die ganze Zeit hindurch eine Menge Funken umher, allein das Thermometer zeigte keine höhere Temperatur an. Derselbe Versuch wurde unter einen luftleergemachten Recipienten angestellt, es erzeugten sich keine Funken, doch konnte man im Finstern ein phosphorisches Licht wahrnehmen. Das Thermometer stieg nicht.

Der Versuch wurde mit folgenden Abänderungen wiederholt. Es wurde statt der stählernen Schale eine kleine Schale von Messing genommen, und dieselbe an einem Stück Messing gerieben. Das Thermometer, dessen Kugel die innere Höhlung der Schale fast ganz ausfüllte, stieg um  $0,3^\circ$ ; fing aber nicht eher zu steigen an, als bis das Reiben vorüber war. Dieß beweist, daß die in der Luft hervorgebrachte Bewegung, den Wärmestoff in demselben Augenblicke, da er frei wurde, fortführte. Unter dem luftleer gemachten Recipienten stieg er in demselben Augenblicke, da das Reiben anfang, und zwar in allem  $1,2^\circ$ . Wurde ein Stückchen Holz an der messingenen Schale in freier Luft gerieben, so stieg das Thermometer um  $0,7^\circ$ , wurde auch eine hölzerne Schale genommen, so stieg es  $2,1^\circ$  und im luftleeren Raume  $2,4^\circ$ ; in Luft, die soweit verdichtet war, daß ihr Druck dem der Atmosphäre  $\frac{1}{4}$  mal genommen gleich war, um  $0,5^\circ$  \*).

Sollte man diese Versuche für nicht bündig genug halten, so kann ich andere anführen, die nicht den mindesten Zweifel übrig lassen, daß die durch Reiben hervorgebrachte Wärme nicht mit der Zersetzung des Sauerstoffgases in Verbindung

---

\*) Pictet's Versuche über das Feuer. S. 184 ff.

bindung stehe. Rumford änderte den oben beschriebenen Versuch dahin ab, daß er den Cylinder in eine mit Wasser gefüllte Büchse einschloß. Er erreichte dadurch vollkommen die Absicht, da sowohl der Cylinder, als der Bohrer mit Wasser umgeben waren, daß die Luft völlig abgehalten wurde; zu gleicher Zeit wurde dadurch die Bewegung der Maschine nicht im mindesten verhindert. Das Wasser wog 18,77 Pfund, und seine Temperatur betrug zu Anfange des Versuches  $60^{\circ}$ . Nachdem der Cylinder eine Stunde lang so schnell bewegt worden war, daß er 32 Umläufe in einer Minute machte, so war die Temperatur des Wassers  $107^{\circ}$ , nach Verlauf von anderthalb Stunden war sie  $178^{\circ}$ , und nachdem der Versuch drittelhalb Stunden gedauert hatte, kochte das Wasser. Nach der Schätzung von Rumford würde der Wärmestoff, welcher unter diesen Umständen entwickelt wurde, die Temperatur von 26,58 Pfund Wasser vom Gefrierpunkt bis auf den Siedepunkt haben erheben können. Hätte man dieselbe Wirkung durch einen brennenden Körper hervorbringen wollen, so würde man 9 Wachskerzen von mäßiger Größe, die mit heller Flamme, so lange, als der Versuch dauerte, brannten, hierzu nöthig gehabt haben. Bei diesem Versuche wurde dem Wasser der Zutritt in die Höhle des Cylinders, wo die Reibung statt fand, gänzlich verschlossen. In einem andern Versuche, wo das Wasser freien Zutritt hatte, war der Erfolg genau derselbe \*).

und folglich bis Der Wärmestoff, welcher durch die Reibung jetzt unerklärlich hervorgebracht wird, rührt demnach weder von einer Zunahme der Dichte, noch von einer Aenderung des spe-

\*) Nicholson's Journal II, 106.

cifischen Wärmestoffes der geriebenen Substanzen, noch von der Zersetzung des Sauerstoffes der Atmosphäre her. Woher rührt er aber denn? Diese Frage läßt sich bis jetzt nicht beantworten: allein man hat keinesweges Grund, mit Rumford zu schließen, daß es in der Natur keine eigene Substanz gebe, welche die Eigenschaften des Wärmestoffes besitze, sonderu daß diese durch eine eigenthümliche Bewegung hervorgebracht werde; denn die im Vorhergehenden beigebrachten Thatsachen beweisen das Daseyn des Wärmestoffes als einer Substanz.

Könnte man zeigen, daß die Anhäufung des Wärmestoffes durch Reiben mit der Substanzialität desselben unverträglich sey, so würde sich gegen Rumford's Schlüsse allerdings nichts einwenden lassen: allein dieß ist noch nicht geschehen. Wir sind gewiß bis jetzt noch zu wenig mit den Gesetzen der Bewegung des Wärmestoffes bekannt, als daß wir mit Zuverlässigkeit behaupten könnten, daß das Reiben den Wärmestoff in den geriebenen Körpern anhäufen könne. Wir wissen wenigstens, daß dieses bei der Elektricität der Fall sey. Noch hat es keinem gelingen wollen, zu zeigen, auf welche Art dieselbe durch Reiben angehäuft werde, und doch hat man dieses noch nie für einen zureichenden Grund gehalten, das Daseyn derselben zu läugnen.

Analogie zwischen Wärmestoff und Elektricität. Es scheint wirklich eine sehr große Analogie zwischen dem Wärmestoffe und der elektrischen Materie statt zu finden. Beide verbreiten sich gleichförmig; beide dehnen die Körper aus, beide schmelzen Metalle, und beide entzünden brennbare Stoffe. Acharde hat gezeigt, daß man sich der Elektricität statt des Wärmestoffes, auch in denen Fällen bedienen könne, wo seine Wirkung vorzüglich

nöthig zu seyn scheint. Er fand, daß, wenn er Eiern ununterbrochen eine bestimmte Menge Electricität zuführte, dieselben eben so ausgebrütet wurden, als wenn man sie einer Temperatur von  $103^{\circ}$  aussetzte. Ein Zufall verhinderte das Auskriechen der Küchlein, allein sie waren völlig gebildet und lebend, und es fehlten nur 2 Tage, so würden sie die Schale durchbrochen haben.

Die Electricität hat auch einen beträchtlichen Einfluß auf das Erwärmen und Abkühlen der Körper. Vietet machte eine gläserne Kugel, deren kubischer Inhalt 1200,199 Kubikzoll betrug, soweit luftleer, daß die Elasticität des zurückbleibenden Fluidums mit 1,75 Linien Quecksilber in der Barometerprobe das Gleichgewicht hielt. In der Mitte der Kugel war ein Thermometer an einer gläsernen Stange, die vom Boden der Kugel bis beinahe an das entgegengesetzte Ende derselben reichte, befestigt. Gerade über von der Kugel dieses Thermometers waren zwei brennende Kerzen aufgestellt, deren Strahlen vermittlest zweier Hohlspiegel auf die Kugel des Thermometers geworfen wurden. Die Kerzen und die Kugel standen auf derselben Unterlage, die isolirt war. Zwei und einen halben Fuß von der Kugel war eine Elektrifirmaschine befindlich, welche vermittlest eines metallenen Leiters mit einem Ringe, der am Halse der Kugel befindlich war, dieser Electricität zuführen konnte. Die Maschine arbeitete ununterbrochen so lange, als der Versuch dauerte; es strömte demnach unablässig eine beträchtliche Menge elektrischer Materie in die Kugel, welche nach Vietet's Ausdruck, nicht allein eine elektrische Athmosphäre in derselben, sondern auch in einiger Entfernung um dieselbe bildete, wie man aus der unvollkommenen Art, mit welcher

die Lichte brannten, absehen konnte. Als der Versuch anfang, stand das Thermometer auf  $49,8^\circ$ , es stieg aber in 732 Sekunden auf  $70,2^\circ$ .

Derselbe Versuch wurde wiederholt, allein ohne daß der Kugel elektrische Materie zugeführt wurde; das Thermometer stieg in 1050 Sekunden von  $49,8^\circ$  auf  $70,2^\circ$ , so daß die Electricität die Erwärmung beinahe um ein Drittheil beschleunigte. Bei dem ersten Versuche stieg das Thermometer nur auf  $71,3^\circ$ , beim zweiten hingegen auf  $77^\circ$ . Dieser Unterschied rührte ohne Zweifel davon her, daß die Kerzen beim zweiten Versuche besser, als beim ersten brannten, denn bei den zwei folgenden Versuchen, die genau auf dieselbe Art angestellt wurden, war das Maximum gleich, es mochte elektrische Materie zugegen seyn, oder nicht.

Diese Versuche wurden mit dem Unterschiede wiederholt, daß die Kerzen dadurch isolirt wurden, daß man die Leuchter auf gläserne Gefäße, die mit Siegellack überzogen waren, setzte. Das Thermometer stieg in der elektrischen Leere in 1050 Sekunden von  $52,2^\circ$  auf  $74,7^\circ$ ; in dem nicht elektrischen Vacuum erreichte es dieselbe Höhe in 965 Sekunden. In dem elektrischen Vacuum erreichte das Thermometer überhaupt die Höhe von  $77^\circ$ , in dem nicht elektrischen von  $86^\circ$ . Aus diesen Versuchen folgt, daß, wenn die Kugeln und die Kerzen mit einander in Verbindung waren, die Electricität die Erwärmung des Thermometers beförderte; wenn aber jedes derselben besonders isolirt wurde, dieselbe zurückhielt \*).

Man möchte geneigt seyn, die Mitwirkung der Elek-

---

\*) Pictet über das Feuer. Kap. 6.

tricität in folgenden Versuche von Pictet zu vermuthen. In eine von den messingenen Schalen wurde etwas Baumwolle gebracht, um das Zerbrechen der Thermometerkugel zu verhindern. Bei dem Umdrehen der Schale rieben sich 2 oder 3 Fäden der Baumwolle an der Thermometerkugel, und ohne ein anderes Reiben, stieg das Thermometer 5° oder 6°. Da man die Einrichtung traf, daß sich eine größere Menge Baumwolle an der Thermometerkugel rieb, so stieg das Thermometer 15° \*).

Ich will aus diesen Versuchen keine andere Folgerung ziehen, als daß die Elektrizität oft auf das Erwärmen der Körper Einfluß habe, und daß vielleicht ein solches Ugeuß bei der Anhäufung der Wärme durch Reiben thätig sey. Setzt man voraus, daß die Elektrizität wirklich eine Substanz sey, und sieht man es als ausgemacht an, daß sie vom Wärmestoff verschieden sey, enthält sie dann nicht wahrscheinlich eben so gut Wärmestoff als die übrigen Körper? Hat sie nicht ein Bestreben, sich durch Reiben in allen Körpern, sie mögen Leiter oder Nichtleiter seyn, anhäufen zu lassen? Kann sie nicht in den Körpern angehäuft werden, die an einander gerieben werden? Oder wann letztere gute Leiter sind, kann sie nicht während des Reibens in großer Menge durch sie hindurchgehen? Kann sie nicht etwas von ihrem Wärmestoffe wegen größerer Verwandtschaft, oder aus irgend einer andern Ursache an dieselben abgeben? Und ist dieses nicht vielleicht die Quelle des durch das Reiben hervorgebrachten Wärmestoffes?

---

\*) Pictet, Versuche über das Feuer.

## Fünfte Quelle.

## D i e M i s c h u n g .

Die Mischung verändert die Temperatur. Es ist eine sehr bekannte Thatsache, daß in vielen Fällen, wo sich zwei Substanzen chemisch mit einander verbinden, eine Veränderung der Temperatur statt findet. In einigen Fällen wird die Mischung kälter, als sie vorher war, in anderen heißer. In dem dritten Abschnitte der vorhergehenden Abtheilung ist ein sehr vollständiges Verzeichniß von den Mischungen der ersten Art gegeben worden. Es bleibt uns noch übrig, die Natur der zweiten Art zu untersuchen, und wo möglich die Ursache der Veränderung der Temperatur auszumitteln,

Das Wasser ist I. Es verdient vorzügliche Aufmerksamkeit, hiesu wesentlich daß das Wasser von fast allen Mischungen, bei welchen eine Veränderung der Temperatur statt findet, einen wesentlichen Bestandtheil ausmache. Die einzige Ausnahme von dieser Regel, sind einige gasförmigen Substanzen, die wie z. B. die gasförmige Salzsäure, und das gasförmige Ammonium durch ihre Vereinigung einen festen Körper bilden. Im Augenblicke der Vereinigung, wird eine beträchtliche Menge Wärmestoff frei. Allein eben diese gasförmigen Körper, enthalten eine beträchtliche Menge Wasser, welches wahrscheinlich an der hervorgebrachten Wirkung einen nicht geringen Antheil hat.

Die Natur der Veränderung hängt von dem Antheile des Wassers ab. 2. In sehr vielen Fällen hängt die besondere Veränderung der Temperatur, welche durch die Mischung hervorgebracht wird, von der Menge Wasser ab, die vorher mit einem der Bestandtheile verbunden wurde; denn dieselben Bestandtheile

können, je nachdem dieses Verhältniß verschieden ist, Wärme oder Kälte hervorbringen. Die Versuche von Lowitz und Walker haben gelehrt, daß wenn Salze, die in ihrer Mischung eine beträchtliche Menge Wasser haben, wie das kohlen-saure Natrum, schwefel-saure Natrum, die salz-saure Kalk-erde u. s. w. in Wasser aufgelöst werden, eine beträchtliche Verminderung der Temperatur erfolge, und daß diese Verminderung mit der Schnelligkeit der Auflösung im Verhältnisse stehe. Werden aber dieselben Salze nachdem ihnen vorher durch Hitze das Wasser entzogen worden, aufgelöst, so wird die Temperatur der Mischung beträchtlich erhöht.

Eine Zunahme der Dichte entspricht Wärme. 3. Man kann es als ein Gesetz betrachten, von dem keine Ausnahme statt findet, daß wenn die, durch die Vereinigung zweier Körper hervorgebrachte Zusammensetzung flüssiger oder weniger dicht ist, als die mittlere Dichte oder Flüssigkeit beider Substanzen vor der Vermischung, daß dann die Temperatur abnimmt; ist hingegen die Dichte der neuen Zusammensetzung größer, oder die Flüssigkeit geringer, als die Mittelzahl der Dichte und Flüssigkeit der beiden Substanzen vor der Mischung, so findet eine Erhöhung der Temperatur statt; und die Erhöhung ist dem Unterschiede beinahe proportionirt. Wenn z. B. Schnee und Kochsalz vermischt werden, so schmelzen sie allmählich, und nehmen den Zustand einer Flüssigkeit an. So lange wie das Schmelzen der Mischung dauert, ist die Temperatur derselben 0, oder noch niedriger; ist hingegen die Auflösung gänzlich beendigt, so nimmt die Temperatur zu. Auf der anderen Seite, wenn Weingeist und Wasser mit einander vermischt werden, findet eine Verdichtung statt; denn das specifische Gewicht ist größer, als das mittlere. Die Temperatur der

Mischung muß demnach größer werden. Mischt man vier Theile Schwefelsäure und einen Theil Wasser, so nimmt die Dichte beträchtlich zu, dem zufolge steigt die Temperatur der Mischung plötzlich auf beinahe 300°.

4. Man sieht jetzt den Grund ein, warum diejenigen Salze, welche eine beträchtliche Menge Wasser enthalten, bei ihrer Auflösung Kälte erzeugen. Das Wasser, in sofern es einen Bestandtheil derselben ausmacht, war in einem festen Zustande; wird aber bei der Auflösung des Salzes flüssig. Da nun diese Salze, wenn ihnen das Wasser entzogen worden, bei ihrer Auflösung Wärme erregen, so ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß, ehe sie aufgelöst werden, sich ein Theil des Wassers im festen Zustande, oder wenigstens in einem beträchtlich dichteren Zustande mit ihnen verbindet.

Das Festwerden  
des Wassers er-  
regt Wärme.

5. Geht das Wasser in einen festen Zustand über, so wird eine beträchtliche Menge Wärme entwickelt. Daher kommt es, daß eine große Menge Wärme erregt wird, wenn man Wasser auf gebrannten Kalk spritzt. Ein Theil des Wassers verbindet sich mit der Kalkerde, und stellt ein ganz trockenes Pulver dar. Aus eben dem Grunde wird Wärme frei, wenn Kalkerde in Schwefelsäure geworfen wird.

6. Der Innbegriff dieser Erscheinungen, so wie die Entwicklung der Wärme bei der Fäulniß und Gährung, lassen sich befriedigend aus Black's Theorie von der verborgenen Wärme erklären. Der Zustand des Flüssigseyns wird in allen Fällen durch Verbindung des Wärmestoffes mit demjenigen Körper, welcher flüssig wird, hervorgebracht. Es muß demnach eine Mischung, wenn sie flüssig wird, Wärmestoff absorbiren, oder was dasselbe ist, sie muß Kälte hervorbringen. Auf der anderen Seite muß, wenn ein flüssiger Körper fest

wird, Wärme entwickelt werden; denn ein flüssiger Körper kann nur dadurch fest werden, daß er den Wärmestoff fahren läßt, durch den sein Flüssigseyn bewirkt wurde. Allein die Anwendung dieser Theorie auf alle Fälle, wo die Mischung Veränderungen der Temperatur hervorbringt, ist so einleuchtend, daß es ganz überflüssig seyn würde, wenn ich hierüber noch fernere Erläuterungen geben wollte.

So weit reichen unsere bisherigen Kenntnisse über die Quellen des Wärmestoffes. Dieser Gegenstand gehört zu den interessantesten, aber auch zu den verwickeltesten Theilen in der Chemie. Daher rühren die Zweifel und die Ungewißheit, in die er gehüllt ist, aller Mühe und alles Scharffsinnes ungeachtet, durch welche man ihn aufzuklären suchte. Es verdient bemerkt zu werden, daß die Quellen des Lichtes und der Wärme genau dieselben sind, und daß diese beiden Substanzen gewöhnlich einander zu begleiten pflegen.

### Drittes Kapitel.

Von den einfachen Stoffen im Allgemeinen.

Ich habe die Untersuchung beider Abtheilungen der einfachen Stoffe beendigt. Ihre Anzahl beträgt 32; doch sind keinesweges unter dieser Zahl alle diejenigen begriffen, deren fernere Zersetzung der Chemist vergeblich versucht hat. Außer den in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen 32 Stoffen, giebt es noch zwölf andere, deren Bestandtheile gleichfalls unbekannt sind, so daß die Zahl der unzerlegten Stoffe 44 ausmacht. Diese zwölf, von denen jetzt die Rede

seyn wird, ähneln so sehr andern Stoffen, deren Bestandtheile bekannt sind, daß es unschicklich seyn würde, wenn man sie trennen wollte; ein Umstand der es sehr wahrscheinlich macht, daß sie gleichfalls Zusammensetzungen sind, und aus ähnlichen Bestandtheilen bestehen, wie die Stoffe derjenigen Klassen, denen sie sich in ihren übrigen Eigenschaften so sehr nähern.

Einfache Stoffe  
die auf das Ver-  
brennen Ein-  
fluß haben.

Ich bekenne übrigens, daß nicht dieser Umstand allein mich dazu bestimmte, die Zahl der einfachen Stoffe auf 32 zu beschränken. Diese 32 sind entweder durch gemeinsame Eigenschaften mit einander verbunden, oder sie spielen bei dem Akt des Verbrennens — bei weitem dem wichtigsten, welcher sich den Untersuchungen des Chemisten darbietet — eine wichtige Rolle; während die übrigen unzersehten Körper in keiner solchen Verbindung unter einander stehen.

Alle die 32 Stoffe, in der Ordnung in welcher ich sie beschrieben habe, nehmen an dem Verbrennen Antheil, und dienen dazu, dasselbe zu erklären. Die Kenntniß dieser Eigenschaften ist nothwendig, um diesen so verwickelten Proceß einzusehen, und aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, bilden sie ein schönes Ganze, in welchem mehr wissenschaftliche Anordnung als in irgend einem andern Theile der Chemie anzutreffen ist. Aus diesem Grunde will ich noch einiges über diesen Gegenstand sagen.

Der Sauerstoff verbindet sich, und zwar in verschiedenen Verhältnissen, mit allen übrigen sperrbaren einfachen Stoffen. Mit den einfachen unverbrennlichen vereinigt er sich ohne Freiwerden von Licht und Wärme, und die dadurch gebildeten Zusammensetzungen sind alle Feuerträger (sup-

porters of combustion)\*). Mit den einfachen brennbaren Stoffen verbindet sich der Sauerstoff gleichfalls, und diese Vereinigung ist mit der Entwicklung von Licht und Wärme vergesellschaftet; diese Zusammensetzungen sind Produkte des Verbrennens. Mit den Metallen verbindet sich der Sauerstoff zum Theil mit, zum Theil ohne Freiwerden von Wärme, und dadurch werden zwei Klassen von Zusammensetzungen gebildet, nämlich Produkte und Feuerträger.

Die einfachen nicht sperrbaren Stoffe werden stets während des Verbrennens entwickelt. Das Verbrennen ist demnach das Resultat der wechselseitigen Einwirkung der einfachen sperrbaren Stoffe auf einander; und die Folge dieser Einwirkung ist die Entwicklung der einfachen nicht sperrbaren Stoffe.

Lassen sich in  
vier Klassen  
theilen.

Es verdient bemerkt zu werden, daß die Metalle und einfachen brennbaren Stoffe sich durch unmerkliche Grade in ihren Eigenschaften nähern. So ist der Unterschied zwischen den Eigenschaften des Arsens und Schwefels bei weitem nicht so groß, als zwischen dem Arsen und Golde: sie könnten daher ohne große Unschicklichkeit unter eine Klasse gebracht werden. In diesem Falle würde

---

\*) Ich habe es gewagt, supporters of combustion schon im Vorhergehenden, und auch hier, durch Feuerträger zu übersetzen. Supportor heißt eine Stütze, ein Träger; in der Heraldik die Schildhalter; ich versuchte daher, supporter durch Grundlage, Unterlage des Verbrennens zu verdeutschen; dieses führt aber zu der Idee, als ob diese Stoffe verbrannt würden, welches den Begriff, den der Verfasser damit verbindet, dem zufolge die supporters zwar das Verbrennen befördern, nicht aber selbst verbrennlich sind, ganz entgegen wäre; ich habe daher jenen Ausdruck vorgezogen. Anm. d. Uebers.

sich die ganze Summe sperrbarer Stoffe unter drei Klassen bringen lassen: 1) Feuerträger; 2) brennbare Stoffe; und 3) unverbrennliche Stoffe. Die Verbindung der ersten und zweiten bildet Produkte; der ersten und dritten Feuerträger.

So ist unsre gegenwärtige Kenntniß der einfachen Stoffe beschaffen. Es wird aber nicht unzumuthbar seyn, einen Blick auf die Theorien der Alten zu werfen; die verschiedenen Modifikationen, welche sie erlitten haben, bemerkbar zu machen, und zu zeigen, wie die Chemisten nach und nach zu der Ansicht gelangt sind, welche jetzt allgemein angenommen worden ist.

Die Alten nahen vier Elemente an. Es scheint eine unter den ältesten Naturforschern allgemein herrschende Meinung gewesen zu seyn, daß es nur vier einfache Stoffe gebe; nämlich, Feuer, Luft, Wasser, Erde. Diese nannten sie Elemente, weil sie wäbnten, daß alle Naturkörper aus denselben zusammengesetzt wären. Diese Meinung, die zwar auf mannigfaltige Art modificirt wurde, wurde von allen älteren Naturforschern angenommen. Jetzt wissen wir, daß alle diese für einfach gehaltenen Stoffe zusammengesetzt sind. Feuer bestehet aus Wärmestoff und Licht; Luft aus Sauerstoffgas und Stickgas; Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff; und Erde ist, wie die Folge lehren wird, der generische Name neun verschiedener Substanzen.

Elemente der Alchemisten. Die Lehre von den vier Elementen scheint bis auf die Zeiten der Alchemisten unbestritten geblieben zu seyn. Da diese in der Analyse der Naturkörper größere Fortschritte gemacht hatten, als ihre Vorgänger, so überzeugten sie sich bald, daß die alte Lehre nicht hinreiche,

alle ihnen bekannte Erscheinungen zu erklären. Sie setzten also eine Theorie von eigener Erfindung an die Stelle der alten. Nach ihnen gab es drei Elemente, aus welchen alle Körper zusammengesetzt waren: Salz, Schwefel und Mercurius, die von ihnen die *Tria prima* genannt wurden. Spätere Schriftsteller, vorzüglich Paracelsus, nahmen diese Grundsätze an; letzterer fügte noch zwei, das Phlegma und das Caput mortuum hinzu.

Es ist schwer zu erklären, was die Alchemisten unter Salz, Schwefel und Mercurius verstanden, wahrscheinlich verbanden sie keine bestimmte Begriffe damit. Es scheint, daß sie durch Salz jede feuerbeständige, durch Schwefel jede brennbare, und durch Mercurius, jede flüchtige Substanz die ohne zu verbrennen entwich, bezeichnen wollten. Dem zufolge sagten sie, daß alle Körper sich durch Feuer in diese drei Principien zersetzen lassen; in Salz das als fix zurück bleibe, in Schwefel der sich entzünde, und in Mercurius der in Gestalt des Dampfes entweiche. Das Phlegma und Caput mortuum waren das Wasser und die Erde der alten Naturforscher.

Boyle griff diese Hypothese in seinem *Sceptical Chymist*, und in mehreren andern seiner Schriften an. Er zeigte, daß die Chemisten unter jedem dieser Ausdrücke Salz, Schwefel und Mercurius, Phlegma und Erde, Substanzen von sehr verschiedenen Eigenschaften verstanden hätten; daß es keinesweges erwiesen sey, daß alle Körper aus diesen Principien bestehen; und daß diese Principien selbst nicht Elemente, sondern Zusammensetzungen wären. Die Widerlegung von Boyle war so vollständig, daß die Hypothese von den *Tribus primis* sogleich von allen Partheien scheint aufgegeben worden zu seyn.

Wird durch Be-  
 mer verändert.

Fast um dieselbe Zeit stellte Becher in seiner *Physica Subterranea* eine von dieser sehr verschiedenen Hypothese auf; eine Hypothese die auf den jetzigen Zustand der Chemie einen sehr entschiedenen Einfluß gehabt hat, indem er die chemische Analyse als die einzige wahre Methode die Elemente der Körper zu bestimmen, bezeichnete. Nach ihm sind alle Naturkörper aus Wasser, Luft und drei Erden, nemlich der schmelzbaren oder glasächtigen, der entzündlichen, und der mercuriellen zusammengesetzt. Diese drei Erden fast zu gleichen Theilen verbunden, machen nach ihm die Metalle aus. Ist das Verhältniß der mercuriellen Erde sehr gering, so bilden sie Steine; waltet die glasächte vor, so sind die Zusammensetzungen Edelsteine; waltet die entzündliche vor, und fehlt die glasächte, so sind die färbenden Erden das Resultat. Die glasächte Erde und Wasser bilden eine allgemeine Säure die mit der Schwefelsäure sehr viel Aehnlichkeit hat, und von der alle übrigen Säuren ihre saure Eigenschaft erhalten. Wasser, glasächte und mercurielle Erde bilden Kochsalz; brennbare Erde und allgemeine Säure Schwefel und von Stahl.

Stahl modificirte Becher's Hypothese beträchtlich. Es scheint, daß er die allgemeine Säure als ein Element angenommen habe; die mercurielle Erde ließ er gänzlich fahren, und der entzündlichen gab er zuweilen den Namen *Phlogiston*, zuweilen den Namen *Aether*. Die Erden betrachtete er als von verschiedener Art, nahm aber in ihnen ein allen gemeinsames Element an, welches er Erde nannte, so daß es nach ihm fünf Elemente giebt: Luft, Wasser, *Phlogiston*, Erde und die allgemeine Säure. Er redet auch von Wärme und Licht; es ist aber nicht recht deutlich, was er in Ansehung derselben für Begriffe gehabt hat.

Wird nach und  
nach aus der  
Wissenschaft  
verbannt.

Stahls Theorie wurde nach und nach durch die darauf folgenden Chemisten modificirt. Die allgemeine Säure wurde stillschweigend aufgegeben, und die verschiedenen Säuren wurden für besondere unzerlegte, oder einfache Substanzen erklärt: man unterschied die verschiedenen Erden von einander, und betrachtete alle Metallkalle als besondere Substanzen. Diese Veränderungen verdankt die Chemie hauptsächlich Bergmann. Während die französischen und deutschen Chemisten mit Theorien über die allgemeine Säure beschäftigt waren, erklärte er und sein Freund der unsterbliche Scheele, daß man jeden unzerlegten Körper so lange für einfach halten müsse, bis er zerlegt worden, und daß man alle Substanzen, die verschiedene Eigenschaften besitzen, für verschieden erklären müsse. Diese Erinnerungen, und das darauf folgende Ordnen der verschiedenen Naturkörper in gewisse Klassen, zog bald Aufmerksamkeit auf sich, und wurde zuletzt stillschweigend angenommen.

So wurden demnach Stahls Elemente wirklich aus der Chemie verbannt, und an ihre Stelle trat eine zahlreiche Menge von Substanzen, die man für einfach hielt, weil sie bis jetzt noch nicht zerlegt worden waren. Diese waren Phlogiston, Säuren, Alkalien, Erden, Metallkalle, Wasser und Sauerstoff. Die von Scheele und Bergmann aufgestellten Grundsätze werden noch immer befolgt, allein spätere Entdeckungen haben gezeigt, daß die meisten derjenigen Substanzen, welche jene Männer für einfach hielten, zusammengesetzt sind, daß hingegen viele der von ihnen für zusammengesetzt gehaltenen Körper, den einfachen beigezählt werden müssen, weil der Glaube an das Daseyn eines Phlogistons,

welches sie als einen Bestandtheil derselben annahmen, jetzt hat aufgegeben werden müssen.

Gegenwärtiger Zustand. Da der Ausdruck einfache Substanz in der Chemie eine solche bezeichnet, deren Bestandtheile unbekannt sind, so ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß so wie die Wissenschaft sich vervollkommen wird, mehrere von denen, die man jetzt für einfach hält, als zusammengesetzt werden anerkannt werden, und wahrscheinlich lernen wir eine Reihe einfacher Stoffe kennen, die bis jetzt uns völlig unbekannt sind. Auch diese wird dann einst die Reihe treffen, daß sie in entferntere Bestandtheile zerlegt werden, und neuen einfachen Substanzen Platz machen müssen: bis endlich wenn die Wissenschaft den höchsten Gipfel der Vollkommenheit erreicht hat, jene wahren einfachen Substanzen aufgefunden werden, welche die letzten Elemente der Körper sind. Ereignet sich dieser Fall (wofern er nicht menschlichen Kräften unerreichbar ist) so möchte wahrscheinlich die Anzahl der einfachen Substanzen auf eine weit geringere Anzahl zurückgeführt werden.

Es war wirklich die Meinung mehrerer ausgezeichneten Naturforscher in allen Zeitaltern, daß es nur eine Art Materie giebt: und daß aller Unterschied, welcher zwischen Körpern statt findet, nur auf der Verschiedenheit der Figur, Größe und Dichtheit der uranfänglichen Atomen, durch deren Zusammenhäufung die Körper gebildet werden, beruhe. Diese Meinung nahm Newton an; und Boscowich gründete auf sie eine äußerst scharfsinnige Theorie\*). Allein der vblige

---

\*) Der Verf. stellt hier zwei Männer in Rücksicht der Grundsätze zusammen, die doch sehr von einander abweichen. New

lige Beweis dieser Theorie liegt vielleicht außerhalb den Grenzen des menschlichen Scharfsinnes.

---

ton war Korpuskular-Philosoph, nach ihm bestand die Materie aus Atomen; Boscovich hingegen war Dynamist, der die Materie sich zwar auch aus Theilen, oder vielmehr physikalischen Punkten zusammengesetzt dachte, sie aber mit anziehenden und zurückstoßenden Kräften begabte. Insofern Newton nur eine Art von Atomen annahm, kann man zwar sagen, er habe nur eine Art von Materie angenommen, indem aller Unterschied zwischen Materie und Materie nur auf der extensiven Quantität (Zahl der Theile) beruhet; nach der dynamischen Ansicht kommt es hingegen auf die intensive Quantität (Verhältniß der Kräfte) an.

Vielleicht wäre es hier nicht am unrechten Orte, die Hauptgrundsätze des atomistischen Systems mit denen des dynamischen zu vergleichen; allein es würde, da nothwendig Rücksicht auf die neuesten Bemühungen unserer Naturphilosophen genommen werden müßte, zu weitläufig werden. Anm. d. Uebers.

---

## Zweites Buch.

Von den zusammengesetzten Körpern.

Zusammengesetzte Körper sind solche, die durch Verbindung von zwei oder mehr einfachen Substanzen gebildet worden sind. Da es nun 32 einfache Substanzen giebt, so würde man, wofern sich alle mit einander verbinden könnten, eine fast unzählige Menge zusammengesetzter Substanzen haben. Allein nicht alle einfachen Substanzen verbinden sich mit einander. Noch hat man keine Verbindung weder des Wasserstoffs, noch des Stickstoffs mit den Metallen angetroffen. Dieses vermindert ihre Anzahl beträchtlich. Auch sind wir zu wenig mit der Natur des Wärmestoffs und Lichtstoffs bekannt, als daß wir besonders von den Zusammensetzungen, von welchen sie einen Bestandtheil ausmachen, handeln könnten. Ueberdies sind zahlreiche Klassen von Zusammensetzungen schon im vorhergehenden Buche beschrieben worden; denn die Dryden, schwefelhaltige, phosphorhaltige Zusammensetzungen, und die Metallgemische, sind wirkliche Zusammensetzungen. Alle diese Umstände machen die Zusammensetzungen, welche den Gegenstand dieses Buches ausmachen, ungleich weniger zahlreich, als dem ersten Anscheine nach vermuthet werden konnte.

Eintheilung. Es giebt zwei Klassen zusammengesetzter Körper. Einige derselben werden durch Verbindung zweier oder mehrerer einfacher Substanzen unter einander gebildet. So bestehet Phosphorsäure aus Phosphor

und Sauerstoff; Ammonium aus Wasserstoff und Stickstoff; Del aus Wasserstoff und Kohle. Andere Zusammensetzungen werden durch Verbindung zweier oder mehrerer zusammengesetzter Körper unter einander hervorgebracht. So besteht das phosphorsaure Ammonium, aus Phosphorsäure und Ammonium; das flüchtige Liniment aus Del und Ammonium.

Die erste Art dieser Zusammensetzungen soll Zusammensetzungen der ersten Ordnung (Primary Compounds); die andere: Zusammensetzungen der zweiten Ordnung (Secondary Compounds) genannt werden. Es wird zweckmäßiger seyn, von jeder Art dieser Zusammensetzungen besonders zu handeln.

## Erste Abtheilung.

### Von den Zusammensetzungen der ersten Ordnung.

Anordnung. Hätte die Chemie die erforderlichen Fortschritte gemacht, so würde diese Abtheilung alle diejenigen Zusammensetzungen der ersten Ordnung enthalten, welche die einfachen sperrbaren Substanzen hervorzubringen vermögend sind. Diese würden sich am süglichsten unter sechs Hauptabtheilungen bringen lassen.

Drei davon würden die Zusammensetzungen enthalten, welche der Sauerstoff mit den andern einfachen Substanzen bildet, diese Zusammensetzungen, sind entweder verbrennliche Dryden, Produkte oder Feuerträger. In die vierte Hauptabtheilung kämen diejenigen Zusammensetzungen

gen, welche die einfachen brennbaren Stoffe unter sich, und mit den Metallen bilden; in die fünfte die Verbindungen der Metalle untereinander; und in die sechste die Verbindungen der einfachen unverbrennlichen Substanzen mit den verbrennlichen und den Metallen. Allein bei dem jetzigen unvollkommenen Zustande der Chemie würden die Vortheile, welche diese Anordnung gewährte, keinesweges Ersatz für die gewaltthätigen Aenderungen, welche sie in der bisherigen Anordnung der Gegenstände hervorbringen würde, gewähren. Man würde Substanzen in dieselbe Abtheilung bringen müssen, welche bisher immer als getrennt angesehen worden sind. Auf der andern Seite würde man solche trennen müssen, die man sonst stets zusammengestellt hat. Außerdem hätte man manche Substanzen, die noch nicht zerlegt worden, welche aber nicht weniger wichtig sind, ganz außer Acht lassen müssen, weil man sie nicht füglich den einfachen Stoffen beizählen kann. Aus den angeführten Gründen werde ich die Zusammensetzungen der ersten Ordnung unter folgende fünf Abtheilungen bringen:

1. Alkalien,
2. Erden.
3. Oxyden.
4. Säuren.
5. Verbrennliche Zusammensetzungen.

Diese werden den Inhalt der fünf nächsten Kapitel ausmachen.

---

## Erstes Kapitel.

## Von den Alkalien.

Das Wort Alkali ist arabischen Ursprungs, und wurde in die Chemie eingeführt, nachdem es zur Bezeichnung einer Pflanze gebraucht worden war, welche noch jetzt den Namen Kali hat. Wird diese Pflanze verbrannt, die Asche ausgelaugt, und die Lauge bis zur Trockene verbunstet, so bleibt eine weiße Substanz zurück, welche Alkali genannt worden ist. Nach Albertus Magnus, der sich dieses Wortes zuerst bedient hat, bedeutet es *Faex amaritudinis* (die Hefen der Bitterkeit). Auch aus andern Substanzen als dem Kali kann das Alkali erhalten werden. Die Chemisten entdeckten nach und nach, daß Körper, die sich von einander in mehreren Eigenschaften unterscheiden, mit demselben Namen bezeichnet wurden. Dieses Wort wurde in der Folge eine generische Bezeichnung, und dient noch jetzt dazu, um alle Körper, welche folgende Eigenschaften besitzen, anzuzeigen:

Eigenschaft 1. Einen kaustischen Geschmack.

ten.

2. Verflüchtigung durch Hitze.

3. Die Fähigkeit, sich mit Säuren zu verbinden.

4. Auflöslichkeit in Wasser, auch wenn sie mit Kohlenensäure verbunden sind.

5. Das Vermögen, blaue Pflanzensäfte grün zu färben.

Man kennt bis jetzt drei Alkalien: 1) das Kali; 2) das Natrum; und 3) das Ammonium.

Die beiden ersten nennt man feuerbeständige Al-

Kalien, weil sie sich erst beim Rothglühen verflüchtigen; das letzte wird flüchtiges Kali genannt, weil es leicht einen gasförmigen Zustand annimmt, folglich bei einem sehr mäßigen Grade von Hitze verflüchtigt wird.

### Erster Abschnitt.

#### V o m K a l i .

Verfahren rei-  
nes Kali darzu-  
stellen. Wird eine hinreichende Menge Holz zu Asche  
verbraunt, und diese Asche so lange mit Wasser  
ausgewaschen bis letzteres ohne Geschmack abläuft, so bleibt,  
wenn alle Flüssigkeiten zusammengewaschen, filtrirt und bis  
zur Trockne verdunstet worden, eine Substanz zurück, welche  
Kali genannt wird. Das durch dieses Verfahren erhaltene  
Kali ist aber nicht rein, sondern mit mehreren fremden Thei-  
len verunreinigt, doch ist es rein genug um daß man mehrere  
Eigenschaften an demselben erkennen kann. In diesem Zustan-  
de kommt es im Handel unter dem Namen der Pottasche  
vor. Erhitzt man es bis zum Glühen, so verbrennen meh-  
rere Unreinigkeiten desselben, es wird weißer, und führt  
dann im Handel den Namen Verlasche. Noch ist es aber  
nicht frei von fremdartigen Beimischungen, sondern es ist eine  
chemische Verbindung von Kali und Kohlensäure, wodurch  
seine Eigenschaften verhüllt werden. Völlig rein kann man  
es durch nachstehendes Verfahren erhalten.

I. Man mischt einen Theil des nicht völlig reinen Kali  
mit zwei Theilen Kalkerde und zehn Theilen reinem Wasser  
dem Gewichte nach; kocht die Mischung einige Stunden in  
einem reinen eisernen Gefäße, oder läßt sie 48 Stunden lang

in einer verstopften gläsernen Flasche stehen, und schüttelt sie von Zeit zu Zeit um. Sie wird hierauf filtrirt, die filtrirte Flüssigkeit in einem silbernen Gefäße rasch so lange gekocht, bis sie in der Kälte die Konsistenz des Honigs annimmt. Hierauf übergießt man die soweit verdunstete Masse mit einer Menge Alkohol, die dem dritten Theile des Gewichts des zum Versuche genommenen Kali gleich ist, schüttelt die Mischung um, läßt sie eine oder zwei Minuten kochen, und gießt sie in eine gläserne Flasche, die wohl verstopft wird. Die Flüssigkeit scheidet sich nach und nach in zwei Schichten; die untere enthält die Unreinigkeiten zum Theil in Wasser aufgelöst, zum Theil in einem festen Zustande. Die obere Schichte enthält das reine in Alkohol aufgelöste Kali, und hat eine röthlich braune Farbe. Die weingeistige Auflösung wird in ein silbernes Gefäß abgegossen, und rasch verdunstet, bis sich eine schwarze kohlichte Rinde auf der Oberfläche bildet, und die unter derselben befindliche Flüssigkeit beim Erkalten fest wird. Die schwarze Rinde wird hinweggenommen, und die Auflösung in eine porcellanene Schale geschüttet. Beim Erkalten gestehet sie zu einer weißen Substanz, welche reines Kali ist. Man bricht sie in Stücken, und verwahrt sie in einem luftdichten Gefäße.

Berthollet hat dieses Verfahren, das Kali zu reinigen, angegeben \*). Folgendes, das Lowitz vorschlägt, ist nicht so kostbar. Die im Handel vorkommende Pottasche wird auf die oben beschriebene Art mit Kalkerde gekocht; die Flüssigkeit filtrirt, bis zum Häutchen verdunstet, und dann zum Abkühlen hingestellt. Die Krystalle, welche anschieszen, und

\*) Jour. de Phys. XXVIII, 401.

die aus fremdartigen Salzen bestehen, werden hinweggenommen. Das Verdunsten wird dann in einem eisernen Gefäße fortgesetzt, wobei das auf der Oberfläche der Flüssigkeit sich bildende Häutchen sorgfältig mit einem eisernen Schaumlöffel hinweggenommen wird. Zeigt sich kein Häutchen mehr, und hört die Flüssigkeit auf zu kochen, so nimmt man sie vom Feuer, und rührt sie beim Erkalten unablässig mit einem eisernen Spatel. Man löset sie hierauf in zwei Theilen Wasser, dem Gewichte nach, auf. Die Auflösung wird filtrirt, und in einer gläsernen Retorte \*) so lange verdunstet, bis sich regelmäßige Krystalle ansetzen. Wenn die Masse eben anfängt fest zu werden, so wird eine geringe Menge Wasser zugesetzt, und sie abermals erhitzt. Hat sich eine hinreichende Menge Krystalle gebildet, so wird die überstehende Flüssigkeit, welche eine sehr braune Farbe angenommen hat, abgossen, und in einer wohl verschlossenen Flasche so lange aufbewahrt, bis sich die braune Substanz gesetzt hat, hierauf wird sie aufs Neue verdunstet, wodurch mehrere Krystalle erhalten werden.

Die Theorie dieses Verfahrens fällt in die Augen. Die Kalkerde scheidet die Kohlensäure, zu der sie eine größere Verwandtschaft hat, ab; und der Alkohol, nebst dem Verdunsten, trennen die übrigen fremdartigen Beimischungen.

Da bei dem ersten Abscheiden des Kali, dieses nie rein, sondern stets in Verbindung mit Kohlensäure erhalten wird, so verstrich eine geraume Zeit, ehe es den Chemisten gelang

\*) Kennedn bemerkt mit Grunde, daß man keine gläserne Retorte nehmen dürfe, weil das Kali in diesem Zustande Glas auflöset. Edinb. Trans. V, 97.

auszumitteln, worin die Veränderungen bestehen, welche die Kalkerde in dem Kali hervorbringt. Nach einigen wurde letzteres dadurch von einem Antheile Schleim befreit, der dasselbe einwickelte, nach andern wurde seine Wirksamkeit dadurch erhöht, daß es in kleinere Theile zertheilt worden. Endlich zeigte Dr. Black im Jahre 1756 durch eine sehr scharfsinnige und genaue Analyse, daß das Kali, welches man allgemein für eine einfache Substanz hielt, wirklich eine Zusammensetzung aus Kali und Kohlensäure sey; daß die Kalkerde ihm letzteren Bestandtheil entziehe, und daß es dadurch, daß es einfacher würde, an Wirksamkeit gewöhne.

Während Black in Schottland mit diesen Untersuchungen beschäftigt war, verfolgte Meyer in Hannover denselben Gegenstand, zog aber aus seinen Versuchen ganz verschiedene Folgerungen. Seine Untersuchungen der Kalkerde wurden im Jahre 1764 durch den Druck bekannt. Goß er eine Auflösung des kohlensauren Kali in Kalkwasser, so erhielt er einen Niederschlag, der sich von dem gewöhnlichen Kalkstein (Kohlensäure Kalkerde) nicht unterschied. Das Alkali hat demnach in der Kalkerde ihre Kausticität, und ihre wirksamen Eigenschaften aufgehoben, dafür aber selbst dieselben angenommen. Hieraus schloß er, daß die Kausticität der Kalkerde von einer eigenthümlichen Säure herrühre, die sich mit ihr während des Calcinirens verbunden habe. Das Alkali entziehe der Kalkerde diese Säure, und habe demnach eine nähere Verwandtschaft zu derselben. Dieser Säure gab er den Namen Acidum pingue oder causticum.

Nach ihm ist diese Säure, eine feine elastische Zusammensetzung, die sehr viel Analogie mit dem Schwefel hat,

sich dem Feuer in sehr vielen Eigenschaften nähert, und aus einem sauren Bestandtheil und Feuer bestehet. Sie ist expansibel, läßt sich zusammendrücken, ist flüchtig, zusammenziehend, durchdringt alle Gefäße, und ist die Ursache der Lösbarkeit der Kalkerde, der Alkalien und Metalle. Diese Theorie war mit vielem Scharfsinn durchgeführt, und wurde durch viele neue und wichtige Thatsachen unterstützt; dessenungeachtet fand sie nicht viel Anhänger, weil die wahre Ursache der Kausticität, welche Black aufgefunden hatte, bald den Chemisten des festen Landes bekannt, und von ihnen angenommen wurde. Meyer selbst erkannte bereitwillig die Richtigkeit derselben, ungeachtet er anfänglich deswegen seine eigne Theorie nicht fahren ließ.

Aus einer Stelle des Plinius \*), in der er erwähnt, daß die Deutschen und Gallier Seife aus Talg und Asche bereiteten, ersieht man, daß diese Nationen das Kali gekannt haben. Diese Asche (denn er erwähnt der Buchenasche besonders) war offenbar Kali, freilich nicht im Zustande der Reinheit. Die *xxviii* deren Aristophanes und Plato erwähnen, scheint eine aus denselben Arten Asche gemachte Lauge gewesen zu seyn. Die Alchemisten kannten das Kali sehr wohl, und es ist von jeher häufig bei chemischen Untersuchungen gebraucht worden. Man kann aber mit Grunde behaupten, daß bis zum Jahre 1786, wo Berthollet sein Verfahren das Kali zu reinigen bekannt machte, die Chemisten es nicht im Zustande der Reinheit untersucht haben \*\*).

\*) Plinii Hist. nat. XVIII. c. 51.

\*\*\*) Das Kali wurde lange deswegen vegetabilisches Alkali genannt, weil es aus den Pflanzen gewonnen wird, und weil man lange Zeit glaubte, daß es dem Pflanzenreiche eigen

Eigenschaften  
des Kali.

2. Das Kali ist eine spröde Substanz von weißer Farbe, und einem Geruche, dem ähnlich, der bei dem Löschen des Kalkes wahrgenommen wird. Es hat einen ausgezeichnet scharfen Geschmack, und ist so äußerst ätzend, daß, wenn es auf einen Theil des Körpers gebracht wird, es diesen augenblicklich zerstört. Wegen dieser Eigenschaft ist es kauftisches Kali genannt worden, und es wird häufig von Wundärzten zum Hinwegbringen von schädlichen Auswüchsen, unter dem Namen des Aetzsteins, gebraucht. Sein spezifisches Gewicht ist 1,7083 \*).

Wird es erhitzt, so kommt es in Fluß; beim Rothglühn schwillt es auf, und verdunstet langsam als ein weißer scharfer Dampf. In einem sehr heftigen Feuer erhält es eine grünliche Farbe, erleidet aber sonst keine Veränderungen. Dem Licht ausgesetzt, bleibt das Kali unverändert.

Aus der Luft zieht es schnell Feuchtigkeit an, und zerfließt, zu gleicher Zeit verbindet es sich mit Kohlensäure, zu der es eine sehr große Verwandtschaft hat.

Verbindung des Kali mit Wasser. 3. Gegen das Wasser äußert es eine beträchtliche Anziehungskraft. Bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft löset ein Theil Wasser zwei Theile Kali

---

ihmlich sey; jetzt weiß man, daß dieses ein Irrthum ist. Es wurde auch Weisteinsalz genannt, weil es durch Verbrennen des Weinstein erhalten wird. Kirwan hat es Tartarin, Pearson Begalkali, Klaproth Kali, und Dr. Black Kirwia genannt. Die französische Benennung potasse kann darum im Deutschen nicht füglich durch Pottasche übertragen werden, weil dieselbe das im Handel vorkommende kohlensaure Kali bezeichnet.

\*) Hassenfratz Ann. de Chim, XXVIII, 11.

auf. Die Auflösung ist durchsichtig, sehr dick, und hat die Konsistenz des Oels. In diesem Zustande wendet der Chemist gewöhnlich dasselbe an.

Mischt man vier Theile gepulvertes Kali mit einem Theile Schnee, so wird die Mischung flüssig, und absorbirt zu gleicher Zeit eine beträchtliche Menge Wärmestoff. L<sup>o</sup>witz bediente sich derselben, um eine künstliche Kälte hervorzubringen.

Wird die wäßrige Auflösung des Kali bis zur erforderlichen Konsistenz verdunstet, so krystallisirt das Kali. Die Gestalt der Krystalle ist nach Verschiedenheit des Verfahrens, dessen man sich, um sie hervorzubringen, bediente, verschieden. Schießen sie beim freiwilligen Verdunsten der Flüssigkeit an, so stellen sie in Gruppen zusammengehäuften Oktaedern dar, und enthalten 0,44 Wasser. Wird die Flüssigkeit über dem Feuer verdampft, so erhält man sehr dünne durchsichtige Scheiben (blades) von außerordentlicher Größe, die sich in unzähligen Richtungen durchkreuzen, und dadurch ein Aggregat von Zellen und Hohlungen bilden, welche gewöhnlich so eng sind, daß man das Gefäß umkehren kann, ohne daß ein Tropfen der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit herausfließt \*).

Wirkung auf 4. Das Kali zeigt kein Bestreben, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden, auch wird es durch keine der Zusammensetzungen, von welchen der Sauerstoff einen Bestandtheil ausmacht, verändert, ungeachtet es sehr geneigt ist, mit denselben sich zu vereinigen.

---

\*) Nicholson's Jour. I, 164.

**Schwefelhaltiges Kali.** 5. Der Schwefel ist der einzige brennbare Stoff, mit welchem sich das Kali verbindet. Kohle und Wasserstoff wirken nicht im mindesten auf dasselbe, auch werden diese Stoffe vom Kali nicht verändert; auf den Phosphor wirkt es hingegen mit beträchtlicher Energie.

Reibt man drei Theile Schwefel mit einem Theile Kali in einem gläsernen Mörser zusammen, so nimmt der Schwefel eine grüne Farbe an, die Mischung erhitzt sich, und stößt einen knoblauchartigen Geruch aus. Sie zieht Feuchtigkeit aus der Luft an, und löst sich ganz in Wasser auf \*). Werden zwei Theile Kali und ein Theil Schwefel in einem Schmelztiegel erhitzt, so schmelzen sie, verbinden sich, und bilden eine Zusammensetzung, welche schwefelhaltiges Kali ist. Die im Handel vorkommende Pottasche kann hierzu gleichfalls gebraucht werden, denn die Kohlensäure entweicht, indem sich das Kali und der Schwefel mit einander verbinden, in gasförmigem Zustande. So wie die Mischung vollkommen geflossen ist, wird sie auf einen Marmorstein ausgegossen, und so wie sie fest wird, wird sie in Stücken gebrochen, und in einer wohl verstopften Flasche aufbewahrt.

Das auf die angegebene Art bereitete schwefelhaltige Kali hat eine braune Farbe, welche mit der Leber der Thiere Aehnlichkeit hat. Aus diesem Grunde nannte man es sonst Hepar Sulphuris, Schwefelleber. An der Luft wird diese Zusammensetzung in kurzer Zeit grün, ja sogar weiß. Sie ist hart, spröde und hat einen glasigen Bruch. Ihr Geschmack ist scharf, kaustisch, bitter; auf der Haut läßt sie einen braunen Fleck zurück. Ihr Geruch ist von dem des sub-

\*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 203.

Imirten Schwefels nicht verschieden. Setzt man sie einer heftigen Hitze aus, so sublimirt sich der Schwefel, und das Kali bleibt rein zurück. Das schwefelhaltige Kali verändert die blauen Pflanzenfarben ins Grüne, und zerstört sie in kurzer Zeit. Glühet man es mit Kohle, so löst sie dieselbe auf, und verbindet sich mit ihr \*).

Wird schwefelhaltiges Kali der Luft ausgesetzt, oder mit Wasser angefeuchtet, so verändern sich seine Eigenschaften bald. Es nimmt eine grüne Farbe an, und stößt den Geruch nach schwefelhaltigem Wasserstoffgase aus. Diese Veränderung rührt von der Bildung des schwefelhaltigen Wasserstoffgases her, die durch die Zerlegung des Wassers veranlaßt wird. Diese neu gebildete Substanz verbindet sich mit dem schwefelwasserstoffschwe-  
 haltigen Kali, und wird in wasserstoffschwe-  
 felhaltiges Kali. felhaltiges Kali verwandelt, das in Wasser auflöslich ist, und eine bräunlich grüne Farbe hat. Man erhält dieselbe Zusammensetzung, wenn zwei Theile Wasser mit einem Theile Kali gekocht werden.

Das schwefelhaltige Kali verändert die atmosphärische Luft nicht; das wasserstoffhaltige Kali absorbirt aus derselben den Sauerstoff. Wird es mit einer bestimmten Menge Luft in ein Gefäß eingeschlossen, so absorbirt es den in diesem Antheile enthaltenen Sauerstoff gänzlich, und als Rückstand bleibt Stickgas. Dieses Faktum das Scheele zuerst beobachtet hat, veranlaßte ihn, sich des wasserstoffschwefelhaltigen Kali als Mittel zu bedienen, um die Menge Sauerstoff welche in einem gegebenen Quantum atmosphärischer Luft enthalten ist, zu messen.

---

\*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 203.

Das wasserstoffschwefelhaltige Kali oxydirt und löset beinahe alle Metalle auf. Berthollet hat zuerst genau den Unterschied zwischen dem schwefelhaltigen und wasserstoffschwefelhaltigen Kali gezeigt \*).

Wirkung auf den Phosphor. Man kennt bis jetzt noch kein Verfahren um den Phosphor mit dem Kali zu verbinden. Wird aber in Wasser aufgelöstes Kali in einer Retorte über Phosphor erhitzt, so wird das Wasser nach und nach zerlegt, ein Theil des Phosphors in Phosphorsäure verwandelt, und eine große Menge phosphorhaltiges Wasserstoffgas entwickelt. Letzteres entzündet sich, wenn es mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt. Auf diesem Wege erhielt Gemenge zuerst das phosphorhaltige Wasserstoffgas.

Wirkung auf die einfachen nicht brennbaren Stoffe. 6. Das Kali scheint keine Vereinigung mit dem Stickstoffe eingehen zu können, ja es scheint sogar ohne alle Wirkung auf denselben zu seyn. Mit der Salzsäure verbindet es sich leicht, und bildet eine Zusammensetzung, die salzsaures Kali genannt wird.

auf die Metalle 7. Das Kali verbindet sich keinesweges mit den Metallen; allein mehrere derselben, welche eine starke Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, werden, wenn man sie in eine Auflösung des Kali in Wasser bringt, vorzüglich bei der Mitwirkung der Wärme, oxydirt. Dieses ist der Fall mit dem Molybdän, Zink und Eisen. Das Zinn wird in geringer Menge oxydirt; dasselbe scheint bei dem Magnesium der Fall zu seyn.

und ihre Oxyden. Es löst eine beträchtliche Menge Metalloxyden auf, und in einigen Fällen entzieht es ihnen einen

\*) Ann. de Chim. XXV, 233.

Theil Sauerstoff. Gießt man es auf rothes Eisenoxyde, so wird dieses dadurch in schwarzes Oxyde verwandelt. Die Ursache dieser Veränderung ist unbekannt. Angestellten Versuchen zufolge, sind die Oxyden folgender Metalle in Kali auflöslich.

Zinn.	Arsenik.
Nickel.	Kobalt.
Zink.	Magnesium.
Antimonium.	Scheelium.
Tellurium.	Molybdän.

Verwandschaften. Noch hat man die Beschaffenheit dieser Auflösungen nicht mit Genauigkeit untersucht: ungeachtet der Gegenstand merkwürdig genug ist, und sowohl über die Beschaffenheit der Metalle, als Alkalien, Licht zu verbreiten verspricht.

Die Verwandschaften des Kali sind folgende:

Schwefelsäure.	Zitronensäure.
Salpetersäure.	Milchsäure.
Salzsäure.	Benzoesäure.
Phosphorsäure.	Schweflichte Säure.
Flußsäure.	Essigsäure.
Kleesäure.	Milchzuckersäure.
Weinsteinsäure.	Boraxsäure.
Arseniksäure.	Kohlensäure.
Bernsteinsäure.	Blausäure.

Untersuchungen ob es eine zusammengesetzte Substanz sey. Noch hat die Zersetzung des Kali keinem gelingen wollen. Einige Chemisten vermutheten, daß es aus Kalkerde und Stickstoff bestehe; und andre suchten sogar es durch Versuche darzuthun, aber keiner der von ihnen angeführten Beweisgründe genügt. Diesem gemäß

gemäß hätte, wenn man recht strenge hätte verfahren wollen, dem Kali seine Stelle im ersten Buche angewiesen werden müssen. In diesem Falle wären aber die Alkalien von einander getrennt worden, und es würde mehr Verwirrung veranlaßt worden seyn, als durch jene methodischen Anordnungen wäre gewonnen worden. Außerdem begünstigen mehrere Erscheinungen die Vermuthung, daß die Alkalien zusammengesetzt sind. Eines derselben ist wirklich zerlegt worden; die beiden andern hat man gleichsam im Akt ihrer Bildung angetroffen, ungeachtet bis jetzt die Bestandtheile durch deren Zusammentreten sie entstehen, noch nicht aufgefunden sind.

Morveau und Desormes äußerten vor einiger Zeit, daß das Kali eine Zusammensetzung aus Wasserstoff und Kalkerde sey. Die vorzüglichsten Beweise für ihre Meinung sind die: 1) daß wenn dasjenige Salz, welches die überoxydirte Salzsäure mit Kali bildet, stark mit Phosphorsäure in einem Platintiegel erhitzt wird, Kalkerde erhalten werde; 2) wenn Kohle und Kali auf gleiche Art in einem Platintiegel einem heftigen Feuer ausgesetzt werde, daß ein offenkundiges Verbrennen erfolge, und im Rückstande Kalkerde gefunden werde \*). Sowohl diese als noch andere Versuche sind von Darraçq wiederholt worden; er zeigte, daß die von Morveau und Desormes erhaltenen Resultate in den meisten Fällen davon herrühren, daß sie sich zu ihren Versuchen eines unreinen Kali bedienten, während sie in andern, unrichtige Folgerungen aus übelverstandenen Aehnlichkeiten gezogen hatten \*\*).

\*) Mem. de l'Inst. III, 322.

\*\*\*) Ann. de Chim. XL, 171.

Ihre Hypothese muß demnach als unhaltbar aufgegeben werden.

Das Kali ist nicht allein für den Chemisten, der es zu sehr vielen Absichten benutzt, sondern auch in Künsten und Gewerben von der größten Wichtigkeit. Man bedient sich desselben beim Waschen, Bleichen, Färben, Glasmachen u. s. w. Auch in der Medicin wird es sowohl innerlich als äußerlich angewendet.

### Zweiter Abschnitt.

#### N a t r u m.

*Magne.* Das Natrum wird auch Soda, Mineralalkali, fossiles Alkali u. s. w. \*) genannt. Die Veranlassung zu den letztern Benennungen war die, daß man glaubte, es gehöre ausschließlich dem Mineralreiche an. Die Alten kannten es (wiewohl nicht im Zustande der Reinheit) unter dem Namen *νιτρον* und Nitrum \*\*).

*Bereitung.* Man findet es in Verbindung mit Kohlensäure in verschiedenen Gegenden der Erde, vorzüglich in Egypten; und das Kochsalz ist eine Zusammensetzung aus Natrum und Salzsäure. Das im Handel vorkommende Natrum wird aber aus der Asche verschiedener Arten der Salsola, einer Pflanzenart welche am Gestade des Meeres wächst, vorzüglich aber

\*) Dr. Pearson schlägt vor, ihm den Namen Fossalkali zu geben.

\*\*) Das *νιτρον* der Athenienser, und das *𐤍𐤒* der Ebräer sind offenbar dieselbe Substanz.

aus der *Salsola soda*, von welcher dieses Alkali seinen Namen empfangen hat, erhalten. Das im Handel vorkommende *Natrium* wird auch *Barilla* genannt, weil die Pflanze aus welcher es bereitet wird, in Spanien diesen Namen führt. Fast alle *Algae*, vorzüglich aber die *Fuci* enthalten eine beträchtliche Menge *Natrium*. In England wird die Asche dieser Pflanzen *Kelp*; in Frankreich *Barec* genannt.

Das im Handel vorkommende *Natrium*, oder *Barille*, ist keinesweges rein; außer Kohlensäure enthält es Kochsalz, und andere fremdartige Bestandtheile; allein man kann das im vorhergehenden Abschnitte beschriebene Verfahren das *Kali* zu reinigen, auch auf das *Natrium* anwenden.

*Kali* und *Natrium* kommen in so vielen Eigenschaften mit einander überein, daß man sie so lange verwechselte, bis *Du Hamel* in den Jahrbüchern der französischen Akademie vom Jahre 1736 seine Abhandlung über das Kochsalz bekannt machte. Er zeigte zuerst, daß die Basis des Kochsalzes *Natrium* sey, und daß dieses sich vom *Kali* unterscheide. Gegen seine Schlüsse machte zwar *Pott* Einwürfe, allein *Marggraf* bestätigte sie im Jahre 1758 vollkommen.

*Eigenschaft* Das *Natrium* hat eine weiße etwas ins Graue  
*ten.* fallende Farbe, und kommt im Geruch, Geschmack, und Wirkung auf thierische Körper völlig mit dem *Kali* überein; sein spezifisches Gewicht ist aber nur 1,536 \*).

Die Hitze bringt in demselben eben die Veränderungen zuwege, wie bei dem *Kali*. Aus der Luft saugt es Feuchtigkeit und Kohlensäure ein, und nimmt bald eine teigige Kon-

\*) *Hassenfratz Ann. de Chim. XXVIII, 11.*

sistenz an: es zerfließt aber nicht wie das Kali; nach einigen Tagen wird es trocken, und zerfällt in Pulver.

Es hat eine große Verwandtschaft zum Wasser, löst sich so wie das Kali in demselben auf, und kann gleichfalls beim Verdunsten der wässrigen Auflösung in Gestalt von Krystallen erhalten werden. Durch das Licht wird es nicht verändert, auch verbindet es sich nicht mit dem Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Kohle und den Metallen. Gegen den Phosphor und Schwefel verhält es sich genau wie das Kali. Das schwefelhaltige und wasserstoffschwefelhaltige Natrum besitzen genau dieselben Eigenschaften wie das schwefelhaltige und wasserstoffschwefelhaltige Kali, und werden auf dieselbe Art gebildet. In Ansehung der Wirkung auf die Metalle, Metalloxyden, so wie in Rücksicht seiner Verwandtschaften, kommt es gleichfalls ganz mit dem Kali überein. Kurz, die beiden feuerbeständigen Alkalien unterscheiden sich nur in sehr wenigen Eigenschaften von einander.

Die Bestandtheile des Natrums sind unbekannt. Fourcroy hielt es für eine Zusammensetzung aus Bittererde und Stickstoff; allein diese Vermuthung ist durch keine Versuche bestätigt worden. Desormes und Morveau \*) wädhnten hingegen, daß es aus Bittererde und Wasserstoff bestehe; allein die Versuche auf welche sie ihre Meinung gründeten, sind von Darracq widerlegt worden \*\*).

Das Natrum ist für die Manufakturen und Fabriken nicht weniger wichtig als das Kali. Zu manchen Anwendungen, wie z. B. zur Bereitung der Seife und des Glases, ist es vorzüglicher als das Kali.

\*) Mem. de l'Inst. III, 321.

\*\*) Ann. de Chim. XL, 171.

## Dritter Abschnitt.

V o m A m m o n i u m.

Man kann das Ammonium durch folgendes Verfahren erhalten:

**Bereitung.** Man schütte in eine Retorte drei Theile gebrannten Kalk und einen Theil Salmiak, beide gepulvert. Den Hals der Retorte bringe man unter ein mit Quecksilber gefülltes, und mit Quecksilber gesperrtes Gefäß, erwärme hierauf die Retorte durch ein Lampenfeuer, so geht eine Gasart über, welche das Quecksilber aus der Stelle drängt, und das Gefäß anfüllt. Dieses Gas ist Ammonium.

**Geschichte.** Das Ammonium war den Alten gänzlich unbekannt; die Alchemisten lernten es, wiewohl nicht im Zustande der Reinheit, sondern mit Kohlensäure verbunden, und oft in Wasser aufgelöst, kennen. Basiliius Valentinus beschreibt seine Bereitungsart. Man gab ihm den Namen flüchtiges Alkali, nannte es auch wohl Hirschhornsalz, weil es durch Destillation des Hirschhornes erhalten wurde; Urinsalz, Harnsalz wurde es genannt, weil es durch denselben Proceß aus dem Harn; und Salmiakgeist, weil es aus dem Salmiak ausgeschieden werden kann.

Black zeigte zuerst den Unterschied zwischen reinem und kohlensaurem Ammonium, und Priestley gab das im Anfange dieses Abschnittes beschriebene Verfahren an, um es rein darzustellen.

**Eigenschaften.** 2. Das Ammonium ist im gasförmigen Zustande durchsichtig und farblos wie die atmosphärische Luft.

phärische Luft; es hat wie die feuerbeständigen kaustischen Alkalien, einen scharfen kaustischen Geschmack, doch ist er nicht so heftig, und zerfrisst nicht die thierischen Körper die man damit in Berührung bringt. Es hat einen sehr stechenden Geruch, der jedoch bei genügsamer Verdünnung mit Wasser nicht unangenehm ist. Seine Anwendung als Reizmittel bei Ohnmachten ist bekannt.

Die Thiere werden durch das Einathmen des gasförmigen Ammoniums getödtet. Bringt man in dieses Gas ein brennendes Licht, so erlöscht es drei bis viermal nach einander; allein jedesmal wird die Flamme beträchtlich durch Zusatz einer andern blasgelben Flamme vergrößert, und zuletzt senkt sich diese Flamme von der Mündung auf den Boden des Gefäßes herab \*).

Sein specifisches Gewicht ist 0,000732. Zu dem Gewichte der atmosphärischen Luft, verhält sich das Gewicht dieses Gases wie 3 zu 5 \*\*).

Setzt man es einer Temperatur von  $-45^{\circ}$  aus, so wird es zu einer tropfbaaren Flüssigkeit verdichtet, die bei Erhöhung der Temperatur wieder einen gasförmigen Zustand annimmt \*\*\*). Läßt man es durch eine glühende gläserne oder porcellanene Röhre hindurch gehen, so wird es gänzlich in Wasserstoffgas und Stickgas zerlegt †). Soll dieser Versuch gelingen, so muß der Durchmesser der Röhre nicht zu groß seyn.

Verbindung mit Wasser. 3. Es verbindet sich leicht mit Wasser. Wird ein Stück Eis mit diesem Gas in Berührung ge-

\*) Priestley II, 381. \*\*) Kirwan on Phlogiston p. 28.

\*\*\*) Morveau Ann. de Chim. XXIX, 292.

†) Priestley II, 395.

bracht, so schmilzt es, und absorbirt das gasförmige Ammonium, während zu gleicher Zeit die Temperatur desselben niedriger wird. Kaltes Wasser absorbirt dieses Gas beinahe augenblicklich, zu gleicher Zeit wird Wärme frei, und das specifische Gewicht des Wassers wird vermindert. Das Wasser kann mehr als ein Drittheil dem Gewichte nach vom gasförmigen Ammonium absorbiren und verdichten. Das specifische Gewicht der gesättigten Auflösung beträgt 0,9054 \*). In diesem Zustande wird das Ammonium gewöhnlich von den Chemisten angewendet. Der Ausdruck Ammonium bezeichnet fast immer die Auflösung des Ammoniums in Wasser.

Wird diese Auflösung bis zum  $130^{\circ}$  erhitzt, so scheidet sich das Ammonium im gasförmigen Zustande ab. Bei einer Temperatur von  $-46^{\circ}$  krystallisirt sie; und wenn man sie schnell bis auf  $-68^{\circ}$  erkaltet, so nimmt sie die Konsistenz einer dicken Gallerte an, und hat kaum einigen Geruch.

Es folgt aus Davy's Versuchen, daß eine gesättigte Auflösung des Ammoniums in hundert Theilen enthält:

74,63 Wasser.

25,37 Ammonium.

100,00.

Folgende Tabelle, welche eben dieser scharfsinnige Chemiker entworfen hat, giebt das Verhältniß des Wassers zum Ammonium in hundert Theilen des tropfbarflüssigen Ammoniums von verschiedenem specifischem Gewichte an \*\*).

\*) Priestley II, 381. Desgl. Davy Researches p. 66.

\*\*\*) Davy's Researches p. 68.

Specifisches Gewicht.	Ammonium.	Wasser.
0,9054	25,37	74,63
0,9160	22,07	77,93
0,9255	19,54	80,46
0,9326	17,52	82,48
0,9385	15,88	84,12
0,9435	14,53	85,47
0,9476	13,46	86,54
0,9513	12,40	87,60
0,9545	11,56	88,44
0,9573	10,82	89,18
0,9597	10,17	89,83
0,9619	9,60	90,40
0,9684	9,50	90,50
0,9639	9,09	90,91
0,9713	7,17	92,83

Wirkung der Elektrizität. 4. Das gasförmige Ammonium wird durch das Licht nicht verändert; läßt man aber den elektrischen Funken durch dasselbe hindurchgehen, so wird das Volumen des Gases beträchtlich vermehrt, und dasselbe in Wasserstoffgas und Stickgas verwandelt \*). Hieraus ergiebt sich, daß es aus Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzt sey. Durch dieses Verfahren dehnte Berthollet \*\*) 1,7 Kubikzoll gasförmiges Ammonium zu einem Volumen von 3,3 Kubikzoll aus.

Wirkung des Sauerstoffs. 5. In der Kälte wirkt das gasförmige Ammonium auf das Sauerstoffgas nicht, läßt man aber eine Mischung aus beiden Gasarten durch eine glühende

\*) Priestley II, 589.

\*\*) Berthollet Jour. de Phys. XXIX, 176.

porcellanene Röhre hindurchgehen, so erfolgt eine Detonation, es wird Wasser gebildet, und Stickgas frei. Hieraus ersieht man, daß das Ammonium zum Theil verbrennlich sey. Der Wasserstoff desselben verbindet sich mit dem Sauerstoffe, und bildet Wasser, während der Stickstoff im gasförmigen Zustande entweicht \*). Ist die Menge des Sauerstoffgases beträchtlich, so wird durch Verbindung des überschüssigen Sauerstoffes mit dem Stickstoffe Salpetersäure gebildet \*\*). Bedient man sich statt des Sauerstoffgases atmosphärischer Luft, so erfolgt dieselbe Zersetzung und Detonation.

Wirkung der  
einfachen brenn-  
baren Stoffe.

6. Der Schwefel ist der einzige brennbare Stoff, welcher sich mit dem Ammonium verbindet. Der Wasserstoff äußert nicht die mindeste Wirkung darauf; allein der Phosphor und die Kohle bringen bei einer hohen Temperatur eine sehr lebhaftere Wirkung auf dasselbe zuwege.

In dem Zustande eines Dampfes verbindet sich das Ammonium mit dem Schwefel, es wird schwefelhaltiges Ammonium gebildet, welches das Wasser zerlegt, und damit wasserstoffschwefelhaltiges Ammonium darstellt, das ehemals Boylens rauchende Flüssigkeit genannt wurde; weil dieser Naturforscher sie zuerst beschrieben hat \*\*\*). Man bereitet diese Verbindung gewöhnlich dadurch, daß man eine Mischung aus fünf Theilen Salmiak, fünf Theilen Schwefel und sechs Theilen gebranntem Kalk destillirt.

\*) Proust Nicholson's Journal III, 328.

\*\*\*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 236.

\*\*\*\*) Shaw's Boyle II, 78.

Das wasserstoffschwefelhaltige Ammonium ist eine Flüssigkeit von rother, oder vielmehr dunkel orange Farbe, und stößt wegen eines Ueberschusses von Ammonium welchen sie enthält, einen stinkenden Geruch aus. Ihre eigentliche Beschaffenheit ist zuerst von Berthollet ausgemittelt worden \*).

Der Phosphor verändert bei einer niedern Temperatur das gasförmige Ammonium nicht; läßt man aber dasselbe über Phosphor in einer glühenden porcellanenen Röhre streichen, so wird es zersetzt, phosphorhaltiges Wasserstoffgas, und phosphorhaltiges Stickgas gebildet \*\*).

Die Kohle absorbirt das gasförmige Ammonium, verändert aber in der Kälte seine Eigenschaften nicht. Läßt man hingegen dieses Gas durch rothglühende Kohlen streichen, so verbindet sich ein Theil Kohle mit demselben, und bildet eine Substanz die unter dem Namen der Blausäure bekannt ist \*\*\*).

Der nicht brenn- 7. Der Stickstoff wirkt auf das Ammonium  
baren Stoffe. nicht; die Salzsäure hingegen verbindet sich leicht mit ihm. Bringt man diese beide Substanzen im gasförmigen Zustande zusammen, so bilden sie eine feste Masse, die salzsaures Ammonium (Salmiak) ist.

Der Metalle. 8. Das Ammonium verbindet sich nicht mit den Metallen; es verwandelt aber einige derselben in Dryden, und löset sie alsdann auf. Diese Drydation ist offenbar eine

\*) Ann. de Chim. XXV, 233.

\*\*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 257.

\*\*\*) Scheelen's chem. phys. Schriften. B. II. S. 346. und Clouet Ann. de Chim. XI, 30.

Folge von der Zerlegung des Wassers mit dem das Ammonium verbunden ist, denn es entwickelt sich während der Auslösung Wasserstoffgas. Kupfer und Zink werden durch die Einwirkung des Ammoniums oxydirt; dasselbe ist der Fall bei dem Zinne und Eisen, jedoch erfolgt bei letzterem die Drydation nur oberflächlich. Von den übrigen Metallen wird fast kein einziges durch die Einwirkung des Ammoniums verändert.

Von metallische Das tropfbar flüssige Ammonium löset die Dryden auf. Dryden des Kupfers, Eisens, Zinnes, Nickels, Zinkes, Wismothes und Kobalts \*) auf. Digerirt man es mit den Dryden des Quecksilbers, Bleies oder Magnesiums, so wird es zersezt, und es wird Wasser durch die Verbindung des im Ammonium enthaltenen Wasserstoffes mit dem Sauerstoffe der Dryden gebildet, zugleich entweicht der andere Bestandtheil des Ammoniums als Stickgas \*\*). Wird dieser Versuch bei einer sehr erhöhten Temperatur angestellt, so wird zugleich mit dem Wasser Salpetersäure erzeugt \*\*\*).

Außerdem werden auch noch einige andere Dryden dadurch zum Theil desoxydirt, daß man in ihre Auflösung in Säuren Ammonium gießt. Die Auflösung des Ammoniums in Kupfer hat eine schönblaue Farbe, und kann nach Sage krystallisiren. Setzt man sie der Einwirkung der Hitze aus,

\*) Setzt man es im Uebermaas zu, so löset es, wiewohl in nur geringer Menge, das Protoxyde des Eisens auf. Das Peroxyde des Eisens ist in demselben unauflöslich; derselbe Fall findet nach Lhenard mit dem Peroxyde des Kobalts statt.

\*\*) Scheele.

\*\*\*) Milner Phil. Trans. Fourcroy Syst. des Conn. Chim.

so wird das Ammonium zum Theil hinweggetrieben, zum Theil durch Verbindung seines Wasserstoffes mit dem Sauerstoff des Dryde zersezt \*).

9. Das Ammonium verbindet sich leicht mit den Peroxyden des Goldes und Silbers, und bildet zwei Zusammensetzungen, welche Knallgold und Knallsilber genannt worden sind; weil dieselben, wenn sie erwärmt, oder gerieben werden, mit großer Heftigkeit explodiren. Es verbindet sich gleichfalls mit dem rothen Dryde des Quecksilbers.

\*) Klaproth hat im neuen allgemeinen Jour. der Chemie B. II. S. V. S. 498—505. einige sehr interessante Versuche über die Herstellung der Metalle aus alkalischen Auflösungen bekannt gemacht.

1. Sowohl kohlensaures Blei, als rothes Bleiorxide (Mennige), lösten sich in einer Lauge aus ägendem Kali auf, aus welcher Auflösung das Blei sich durch ein Zinkstäbchen, oder durch einen hineingetauchten Phosphorcylinder metallisch fällen ließ.

2. Zinnorxide, das aus der Auflösung des Metalles in Salzsäure durch kohlensaures Kali gefällt worden war, wurde von der Kalilauge mit Leichtigkeit aufgenommen, und aus der Auflösung das Metall durch Zink metallisch niederge schlagen.

3. Eine Mischung aus zehn Theilen gediegenem Tellur, vier Theilen Schwefel und zwei und vierzig Theilen Salpeter, wurde nach und nach in einen glühenden Tiegel getragen, nach dem Detoniren eine kurze Zeit im Fließen erhalten, die Masse nach dem Erkalten in Wasser aufgelöst, und in die filtrirte Auflösung eine Zinnscheibe gelegt, worauf das Tellur metallisch ausgeschieden wurde.

4. Das Zink, so wie der Phosphor, schlugen aus der gesättigten Auflösung des Kupfers in Ammonium letzteres metallisch nieder.

5. Gelbes Scheelorxide, aus dem Schlackenwalder Lungstein, wurde mit flüssigem ägendem Ammonium übergossen, und in die klare Auflösung ein Zinkstäbchen gestellt, worauf das Scheelmetall metallisch abgeschieden wurde. Anm. d. Ueb.

**Knallgold.** Das Knallgold wird folgendermaßen bereitet. Man löset Gold in salpetriger Salzsäure auf, verdünnt die Auflösung mit drei Theilen Wasser dem Gewichte nach, und tröpfelt nach und nach in kleinen Antheilen so lange reines Ammonium zu, als noch ein Niederschlag erfolgt. Man muß sich hüten, nicht zu viel Ammonium zuzusetzen, weil sonst ein Theil des Niederschlags wieder aufgelöst werden würde.

Der Niederschlag welcher eine gelbe Farbe hat, wird mit reinem Wasser abgewaschen, auf Löschpapier getrocknet, und hierauf in eine Flasche geschüttet, die um Unfälle zu vermeiden, nicht zugespöpft werden darf, sondern mit einem leinenen Tuche, oder mit Papier bedeckt werden muß. Dieses gelbe Pulver ist Knallgold, das aus fünf Theilen gelben Goldoxyde, und einem Theile Ammonium bestehet \*). Die Bereitung des Knallgoldes beschreibt Basilius Valentinus, und alle folgende Chemisten schenken dieser Zusammensetzung, ihrer sonderbaren Eigenschaften wegen, viel Aufmerksamkeit. Man versuchte verschiedene Erklärungsarten für die knallende Eigenschaft derselben, sie waren aber alle unzulänglich, bis endlich Bergmann im Jahre 1769 seine Abhandlung über diesen Gegenstand bekannt machte. Er zeigte, daß es eine Zusammensetzung aus Ammonium und dem gelben Oxyde des Goldes sey; daß während des Berknallens desselben, das Oxyde reducirt, und daß in ihm enthaltene Stickgas im gasförmigen Zustande ausgeschieden werde \*\*).

\*) Bergm. Opusc. II, 155.

\*\*\*) Ibid. 153. Scheele. V. I. S. 193 ff.

Diese Thatsachen (welche zum Theil von Scheele entdeckt wurden) führten ihn zu folgender Erklärung. Das Ammonium besteht aus Stickstoff und Phlogiston. Bei der Einwirkung der Wärme verbindet sich das Phlogiston mit dem Dryde, und bildet Gold, während der Stickstoff im Zustande eines Gases entweicht. Bergmanns und Scheelens Versuche wurden im Jahre 1786 von Berthollet wiederholt und bestätigt; und da durch Lavoisiers Versuche die Natur der Dryden genauer bekannt worden war, so konnte er eine befriedigendere Erklärung dieser Erscheinung geben. Während der Explosion verbindet sich der Wasserstoff des Ammoniums mit dem Sauerstoffe des Dryde, und bildet Wasser; das Gold wird wiederhergestellt, und der Stickstoff im gasförmigen Zustande entbunden. Die große Ausdehnbarkeit dieser Gasart durch Wärme, erklärt die Heftigkeit der Explosion.

Das Knallgold verknallt, wenn man es heftig erhitzt, oder in einem Mörser reibt, oder es zu einer Temperatur zwischen  $248^{\circ}$  und  $540^{\circ}$  erhebt. Der Knall ist sehr stark; und wenn man den Versuch mit einer etwas beträchtlichen Menge (z. B. mit 12 Gran) anstellt, so durchlöchert es die metallenen Platten, zwischen die man es legt. Wird es in verschlossenen Gefäßen, die stark genug sind, um der Wirkung desselben zu widerstehen, erhitzt; so wird es ohne Geräusch und ohne daß es zerstörende Wirkungen ausübt, reducirt \*). Die Königl. Societät zu London hat vergleichende Versuche über die Gewalt, welche Knallgold und Schießpulver äußern, angestellt; aus diesen gehet hervor, daß jenes diesem nachstehet.

---

\*) Bergmanni Opusc. II, 141.

**Knallsilber.** Das Knallsilber wurde von Berthollet im Jahre 1788 entdeckt. Man erhält es, wenn Silber in Salpetersäure aufgelöst, und durch Kalkwasser aus seiner Auflösung gefällt wird. Der Niederschlag wird auf Lbschpapier gebracht, dieses absorbirt das Wasser, und die salpetersaure Kalkerde, welche ihm beigemischt war. Hierauf überschüttet man den Niederschlag mit tropfbar flüssigem ätzenden Ammonium, und läßt ihn so zwölf Stunden lang stehen; die überstehende Flüssigkeit wird alsdann abgegossen, und das schwarze Pulver, das unter derselben befindlich ist, vorsichtig und in kleinen Antheilen auf Stückchen Lbschpapier vertheilt. Dieses Pulver ist Knallsilber.

Wird es selbst dann, wenn es noch feucht ist, mit einem harten Körper gedrückt, so explodirt es mit Heftigkeit. Wenn es trocken ist, so verursacht die leiseste Berührung desselben eine Detonation. Erhitzt man die abgegossene Flüssigkeit in einer gläsernen Retorte, so erfolgt ein Aufbrausen, es wird Stickgas entwickelt, und es setzen sich kleine Krystalle an, die undurchsichtig sind, und metallischen Glanz haben. Diese detoniren selbst dann, wenn sie unter der Flüssigkeit berührt werden, und zersprengen oft die Gefäße, in denen sie enthalten sind \*).

Die Theorie des Knallsilbers ist ganz dieselbe wie die des Knallgoldes. Es ist eine Zusammensetzung aus Ammonium und Silberoxyde. Durch Reiben, oder Erwärmen wird die Verbindung des im Oxyde enthaltenen Sauerstoffs mit dem Wärmestoffe des Ammoniums bewirkt, es wird Wasser gebildet, das Silber wird reducirt, und es entweicht Stickgas.

---

\*) Berthollet Ann. de Chim. J, 54.

Knallendes  
amoniakalisches  
Quecksilber. Das knallende amoniakalische Quecksilber ist kürzlich von Fourcroy entdeckt worden. Man erhält es, wenn eine concentrirte Auflösung des Ammoniums in Wasser mit dem rothen Quecksilberoxyde digerirt wird. Hat der Proceß acht bis zehn Tage gedauert, so nimmt das Dryde eine weiße Farbe an, und wird zuletzt mit kleinen krySTALLINISCHEN Schuppen bedeckt. In diesem Zustande detonirt es auf glühenden Kohlen eben so wie Knallgold. In einigen Tagen verliert es seine knallende Eigenschaft, und zersetzt sich freiwillig. Wird es schwach erwärmt, so entweicht das Ammonium, und das rothe Dryde erhält sein erstes Ansehen wieder \*).

10. Die Verwandtschaften des Ammoniums sind dieselben wie die der feuerbeständigen Alkalien.

Zusammensetzungen des Ammoniums. 11. Da das Ammonium die Eigenschaft besitzt, mit dem Salpeter zu detoniren, so waren alle Chemisten darin übereingekommen, daß es Phlogiston enthalte. Scheele war der erste, welcher darauf aufmerksam machte, daß wenn es durch die Dryden des Magnesiums, Arsens oder Goldes zersetzt wird, Stickgas entwickelt, und das Dryde reducirt werde \*). Hieraus schloß er, daß es aus Stickstoff und Phlogiston zusammengesetzt sey; und Bergmann pflichtete dieser Behauptung bei. Priestley fand, wenn er den electrischen Funken durch gasförmiges Ammonium hindurch schlagen ließ, daß das Volumen desselben um das Dreifache vermehrt, und Wasserstoffgas gebildet wurde. Eben  
dieser

\*) Journals of the Royal Institution I, 256.

\*\*\*) Scheelens phys. Chem. Schr. B. I. S. 196. B. II. S. 75.

dieser Naturforscher erhitzte die rothen Dryden des Bleies und Quecksilbers, die er vorher in gasförmiges Ammonium eingeschlossen hatte. Die Dryden wurden hergestellt, es entwickelte sich Wasser, das gasförmige Ammonium verschwand, und es blieb an dessen Stelle eine beträchtliche Menge Stickgas \*).

Die zuletzt angeführten Versuche führen, so wie die von Scheele zu dem Schlusse, daß das Ammonium aus Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzt sey; eine Folgerung welche durch die von Berthollet in den Jahrbüchern der französischen Akademie vom Jahre 1785 bekannt gemachten Versuche völlig bestätigt wird. Er wiederholte die Versuche von Scheele und Priestley, wandte zu ihrer Erklärung die von Lavoisier aufgestellte Theorie an, und bereicherte die Erfahrungen seiner Vorgänger, durch mehrere neue sehr entscheidende Versuche. Der wichtigste derselben ist, die wechselseitige Zersetzung des Ammoniums und der oxydirten Salzsäure. Mischt man die Auflösungen dieser Substanzen in Wasser zusammen, so erfolgt ein Aufbrausen; es wird Stickgas entwickelt, Wasser gebildet, und die oxydirte Salzsäure wird in gewöhnliche Salzsäure verwandelt. Die Substanzen, welche mit einander vermischt wurden, waren Ammonium und oxydirte Salzsäure, welche aus Sauerstoff und Salzsäure besteht, die Produkte waren Salzsäure, Stickstoff, und Wasser welches aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt ist. Den Sauerstoff des Wassers gab die Säure her; die andern Produkte muß das verschwundene Ammonium geliefert haben. Die Bestandtheile des Ammoniums

---

\*) Priestley II, 396.

müssen demnach Stickstoff und Wasserstoff seyn. Aus Berthollet's Versuchen geht ferner hervor, daß das Verhältniß des Stickstoffs zum Wasserstoffe wie 121 zu 29 sey \*). Nach Dr. Austin ist das Ammonium aus 121 Theilen Stickstoff und 32 Theilen Wasserstoff zusammengesetzt \*\*). Folglich enthalten 100 Theile Ammonium: 80 Theile Stickstoff und 20 Wasserstoff. Berthollet's Versuche sind neulich von Davy bestätigt worden \*\*\*).

Da man die Bestandtheile des Ammoniums kannte, so fehlte um der Theorie Vollständigkeit zu geben, nur noch, daß man durch Verbindung dieser Bestandtheile Ammonium hervorbrachte. Austin mischte Stickgas und Wasserstoffgas in den erforderlichen Verhältnissen, und versuchte durch Mitwirkung der Hitze, Elektrizität und Kälte, ihre Verbindung zu bewerkstelligen, allein er fand, daß so lange diese Stoffe im gasförmigen Zustande waren, sich durch kein von ihm auszumittelndes Verfahren ihre Verbindung bewerkstelligen ließ. Es konnte übrigens nicht bezweifelt werden, daß diese Verbindung oft statt findet, wenn diese Substanzen in einem andern Zustande in Berührung kommen. Priestley †) und Kirwan ††) hatten auch wirklich früher als die Bestandtheile des Ammoniums bekannt waren, die Zusammensetzung desselben bewirkt. Auch Austin fand, wenn Zinn mit Salpetersäure angefeuchtet, und ein oder zwei Minuten damit

\*) Berthollet bestimmte das Verhältniß der Bestandtheile des Ammoniums, indem er es durch Elektrizität zerlegte, und das erhaltene neue Gas mit Sauerstoffgas detonirte.

\*\*\*) Phil. Trans. 1788.      \*\*\*) Davy's Researches p. 56.

†) On Air II, 41.      ††) On Hepatic Air. §. III.

in Berührung gelassen wurde, daß sich beim Zufaze von etwas Kali oder Kalkerde, Ammonium entwickelte.

Zu diesem Versuche wird die Salpetersäure, und das in ihr enthaltene Wasser zerlegt: der in beiden befindliche Sauerstoff verbindet sich mit dem Zinne, und verwandelt es in ein Dryde, zu gleicher Zeit verbindet sich der Wasserstoff des Wassers mit dem Stickstoffe der Säure, und bildet Ammonium, welches durch die stärkere Verwandtschaft des Kali, oder der Kalkerde ausgetrieben wird. Auf si in erhielt auch noch auf einigen andern Wegen Ammonium. Er ließ in eine mit Quecksilber gefüllte Glasröhre etwas Stickgas treten, und brachte hierauf mit diesem Eisenfeile, die mit Wasser angefeuchtet worden war in Berührung. Das Eisen zersezte das Wasser, verband sich mit dem Sauerstoffe desselben, und der Wasserstoff, welcher mit dem Stickstoffe, so wie er frei wurde, in Berührung kam, verband sich mit diesem zu Ammonium. Dieser Versuch zeigt, daß der gasförmige Zustand des Stickgases seine Verbindung mit dem Wasserstoff nicht verhindert.

## Zweites Kapitel.

### W o n d e n E r d e n .

Das Wort Erde hat in der gewöhnlichen Sprache eine doppelte Bedeutung; zuweilen bedeutet es den Planeten, welchen wir bewohnen, zuweilen den Boden, in welchem die Vegetabilien wachsen. Die Chemisten haben diese Erde, welche auch Gartenerde genannt wird, untersucht, und ge-

funden, daß sie aus einer Menge von Substanzen besteht, die ohne Ordnung und Regelmäßigkeit mit einander vermischt sind. Der größte Theil derselben, so wie der Steine welche einen beträchtlichen Theil des Erdballs ausmachen, bestehen aus einer kleinen Anzahl Substanzen, die mehrere Eigenschaften mit einander gemein haben. Diese Substanzen haben die Chemisten in eine Klasse gebracht, und Erden genannt.

Jeder Naturkörper, welcher folgende Eigenschaften besitzt, wird eine Erde genannt.

Eigenschaft 1. Er muß unauflöslich, oder doch beinahe unauflöslich in Wasser seyn; wenigstens muß er dann, wenn er mit Kohlensäure verbunden ist, unauflöslich werden.

2. Keinen Geschmack noch Geruch, wenigstens in dem Falle nicht haben, wenn er mit Kohlensäure verbunden ist.

3. Feuerbeständig, unverbrennlich, und in seinem reinen Zustande durch Feuer unveränderlich seyn.

4. Sein specifisches Gewicht darf nicht größer als 4,9 seyn.

5. Im reinen Zustande müssen die Erden die Form eines weißen Pulvers annehmen können.

6. Durch Glühen mit brennbaren Körpern dürfen sie nicht verändert werden.

Bis jetzt kennt man neun Naturkörper, welche den angegebenen Bestimmungen zufolge in die Klasse der Erden gehören.

1. Die Baryterde.

6. Die Uttererde.

2. Die Strontianerde.

7. Die Glücinerde.

3. Die Kalkerde.

8. Die Zirkonerde.

4. Die Bittererde.

9. Die Kieselerde.

5. Die Alaunerde.

Nicht jedes der oben angegebenen Kennzeichen ist, vielleicht streng genommen, in jeder dieser verschiedenen Erden anzutreffen, allein alle besitzen eine hinreichende Menge gemeinsamer Eigenschaften, so daß es zweckmäßig ist, sie unter eine Klasse zu bringen.

### Erster Abschnitt.

#### Von der Baryterde.

Geschichte. Die Baryterde wurde von Scheele im Jahre 1774 entdeckt. Er theilte die erste Nachricht von ihren Eigenschaften in seiner Abhandlung über den Braunstein der gelehrten Welt mit \*). Man findet häufig ein Fossil von beträchtlichem specifischem Gewichte, das ein blättriges Gefüge hat, spröde ist, und Schwerspath genannt wird. Dieses hielt man lange Zeit für eine Verbindung der Schwefelsäure mit der Kalkerde. Gahn analysirte dieses Fossil im Jahre 1775, und fand als Bestandtheile Schwefelsäure und die neue Erde \*\*). Bergmann bestätigte die Versuche dieses Chemikers, und nannte diese Erde Terra ponderosa, Schwereerde \*\*\*). Morveau nannte sie Barote, und Kirwan Barytes †); letztere Benennung erhielt Bergmann's Beifall ††), und ist jetzt allgemein angenommen.

\*) Scheelens phys. chem. Schriften. B. II. S. 65.

\*\*) Bergmann's Anmerkungen zu Scheffer. S. 167.

\*\*\*) Bergm. Opusc. III, 291.

†) Von *Barytes*, schwer.

††) Bergm. Opusc. IV, 261.

Scheele, Bergmann, Wiegleb und Afswelius theilten verschiedene Verfahungsarten mit, diese Erde darzustellen; allein man lernte dadurch, außer denen von dem ersten Entdecker aufgefundenen Eigenschaften, wenig neue kennen, bis Dr. Hope im Jahre 1793 seine Versuche bekannt machte \*). Im Jahre 1797 wurden durch die Versuche von Pelletier, Fourcroy und Bauquelin unsre Kenntnisse von dieser Erde noch mehr erweitert \*\*).

1. Die Baryterde läßt sich aus dem Schwerspath durch folgendes Verfahren, welches Bauquelin angegeben hat, am leichtesten darstellen. Das Fossil wird zu einem feinen Pulver gerieben, mit dem achten Theile Kohlenpulver dem Gewichte nach vermischt, und einige Stunden lang in einem Schmelztiegel stark geglühet. Durch diese Behandlung wird die schwefelsaure Baryterde in schwefelhaltige Baryterde verwandelt. Diese wird in Wasser aufgelöst, in die Auflösung Salpetersäure gegossen, und dadurch der Schwefel niedergeschlagen. Die Auflösung, welche die mit Salpetersäure verbundene Baryterde enthält, wird filtrirt und langsam bis zum Krystallisationspunkte verdunstet. Die Krystalle werden in einen Schmelztiegel gethan, in einem heftigen Feuer die Salpetersäure hinweggetrieben, worauf die Baryterde rein zurückbleibt \*\*\*).

Ein andres weniger kostspieliges Verfahren ist dasjenige, welches Hope ungleich früher angegeben hat, und das seit

\*) Edinb. Trans. IV, 36.

\*\*\*) Ann. de Chim. XXI, 113 et 276.

\*\*\*) Wird sie auf die oben beschriebene Art bereitet, so enthält sie stets 0,08 kohlen-saure Baryterde, und zuweilen noch ungleich mehr.

einiger Zeit mehrere auswärtige Chemisten empfohlen haben, ohne des ersten Erfinders zu erwähnen. Die Methode ist folgende: Die schwefelsaure Baryterde wird dadurch, daß man sie stark mit Kohlenpulver glühet, zersetzt; das erhaltene Produkt wird mit Wasser behandelt, um alles Auflösliche hinwegzunehmen, und die filtrirte Flüssigkeit mit einer Auflösung des kohlensauren Natrum's vermischt. Es fällt ein weißes Pulver zu Boden, dieses wird ausgewaschen, mit Kohlenpulver in Kugeln geformt, und in einem Schmelztiegel heftig geglühet. Uebergießt man hierauf diese Kugeln mit kochendem Wasser, so wird ein Theil der Baryterde aufgelöst, welcher beim Erkalten der Flüssigkeit in Krystallen anschießt.

Eigenschaften. 2. Die durch das zuerst beschriebene Verfahren erhaltene Baryterde hat eine grauweiße Farbe, und ist porös, so daß sie sich leicht in Pulver verwandeln läßt. Sie hat einen scharfen ätzenderen Geschmack als die Kalkerde, und wirkt innerlich genommen als ein heftiges Gift. Sie hat keinen merklichen Geruch. Die blauen Pflanzenfarben werden von ihr grün gefärbt; die thierischen Körper werden von ihr wie von den feuerbeständigen Alkalien, obwohl nicht mit derselben Heftigkeit, zersetzt.

Nach Fourcroy beträgt das specifische Gewicht dieser Erde 4 \*); nach Hassenfratz nur 2,374 \*\*). Man hat übrigens Grund zu vermuthen, daß bei dem von diesem Naturforscher beobachteten Verfahren, das specifische Gewicht aller Körper zu gering angegeben ist.

Wird sie erhitzt, so wird sie härter, und bekommt im

\*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 189.

\*\*\*) Ann. de Chim. XXVIII, 11.

Innern einen Stich ins Blaugrüne. Wird sie auf der Kohle vor dem Löthrohre erhitzt, so schmilzt sie, wallt auf, und fließt zu Kügelchen, die schnell in die Kohle eindringen \*). Wahrscheinlich rührt dieses von einem Hinterhalt an Wasser her, denn Lavoisier fand die Baryterde in dem stärksten Feuergrade, welchen er hervorbringen konnte, unveränderlich.

Aus der Luft zieht sie augenblicklich Feuchtigkeits an; demzufolge schwillt sie auf, es wird Wärme entwickelt, und die Baryterde zerfällt zu einem weißen Pulver, wie es bei der Kalkerde, auf die Wasser gespritzt wird, der Fall ist \*\*). Ist die Baryterde auf die angegebene Art gelöscht worden, so zieht sie allmählich Kohlensäure an, und verliert ihre Kausticität, zugleich erfährt sie eine Gewichtszunahme von 0,22 \*\*\*). Man kann daher die Baryterde nur in verschlossenen Gefäßen gegen Veränderungen schützen.

3. Wird etwas Wasser auf Baryterde gewirkt, so wird sie wie die Kalkerde, nur ungleich rascher und mit Entwicklung einer größern Menge Wärme, gelöscht. Die Masse wird weiß und schwillt beträchtlich auf. Ist die Menge des Wassers so groß, um sie vollständig zu verdünnen, so krystallisirt die Baryterde beim Erfalten, und nimmt die Gestalt eines aus nadelartigen Krystallen bestehenden Steines an; setzt man sie der Luft aus, so zieht sie nach und nach Kohlensäure aus derselben an, und zerfällt in Pulver †).

\*) Fourcroy et Vauquelin Ann. de Chim. XXI, 276.

\*\*) Ibid. pag. 259.

\*\*\*) Mem. de l'Inst. nat. II, 59.

†) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 193.

Das Wasser löset 0,05 Theile dem Gewichte nach, von der Baryterde auf. Diese Auflösung, welche unter dem Namen des Barytwassers bekannt ist, ist durchsichtig und farbenlos, hat einen scharfen Geschmack, verwandelt die blauen Pflanzenfarben erst ins Grüne, und zerstört sie alsdann gänzlich. An der Luft überzieht sich ihre Oberfläche bald mit einer erdigten Rinde, die eine Verbindung der Baryterde mit Kohlensäure ist.

Kochendes Wasser löset mehr als die Hälfte dem Gewichte nach, von der Baryterde auf. Beim Abkühlen der Auflösung setzt sich der größte Theil der aufgelösten Baryterde in Krystallen ab, deren Gestalt verschieden ist, je nachdem sie mit mehr oder weniger Schnelligkeit gebildet wurden. Sind sie am regelmäßigsten, so stellen sie flache sechsseitige Prismen dar, mit zwei breiten, und zwei dazwischen liegenden schmalen Seitenflächen, die an den Enden von vierseitigen Pyramiden begränzt werden, welche in manchen Fällen der größte Theil des Krystalls sind. Erfolgt die Krystallisation langsam, so sind sie einzeln und groß; war hingegen die Auflösung mit Baryterde gesättigt, so werden sie schnell abgesetzt, und sind dann gewöhnlich dünner und kleiner. In letzterem Falle sind sie auch so aneinander gefügt, daß sie Gruppen bilden, welche den Blättern des Farrenkrautes nicht unähnlich sind \*).

Diese Krystalle sind durchsichtig und farbenlos, und scheinen aus 53 Theilen Wasser und 47 Theilen Baryterde zu bestehen. Setzt man sie einer Temperatur aus, welche der Siedhitze des Wassers gleich ist, so kommen sie in wä s-

---

\*) Hope Edinb. Trans. IV, 36.

rigen Fluß; das will so viel sagen; daß in ihnen enthaltene Wasser reicht hin, die Baryterde aufgelöst zu erhalten. Bei einem stärkeren Feuersgrade verdunstet das Wasser. Aus der Luft ziehen sie Kohlensäure ein, und zerfallen in Staub. Bei einer Temperatur von  $60^{\circ}$  sind sie in  $17\frac{1}{2}$  Theilen Wassers auflöblich; kochendes Wasser hingegen nimmt jede beliebige Menge derselben auf. Der Grund hiervon ist einleuchtend, denn bei dieser Temperatur ist das in ihnen enthaltene Krystallisationswasser hinreichend, sie aufgelöst zu erhalten \*).

Wirkung des Sauerstoffs. 4. Die Baryterde wird durch das Licht nicht verändert, auch geht sie, so weit unsere bisherige Erfahrungen reichen, mit dem Sauerstoff keine Verbindung ein.

5. Keine der einfachen brennbaren Substanzen verbinden sich mit dieser Erde, den Schwefel und Phosphor ausgenommen.

Das Schwefels. Die schwefelhaltige Baryterde wird dadurch gebildet, daß man diese beiden Stoffe mit einander vermischt, und sie in einem Schmelztiegel erhitzt. Die Mischung kommt bei der Glühhitze in Fluß, und bildet beim Erkalten eine röthlich gelbe Masse ohne Geruch, die schwefelhaltige Baryterde ist.

Diese Zusammensetzung zerlegt mit großer Lebhaftigkeit das Wasser, es wird schwefelhaltiger Wasserstoff gebildet, der sich mit der schwefelhaltigen Baryterde verbindet, und sie in eine wasserstoffschwefelhaltige Zusammensetzung verwandelt. Diese Veränderung findet statt, wenn die schwefelhaltige Baryterde mit Wasser angefeuchtet, oder der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird. Gießt

---

\*) Hope Edinb. Trans. IV, 36.

man kochendes Wasser auf schwefelhaltige Baryterde, so wird beinahe augenblicklich eine beträchtliche Menge schwefelhaltiges Wasserstoffgas gebildet, das sich mit dem Wasser verbindet, und die Auflösung der schwefelhaltigen Baryterde bewirkt. Beim Erkalten der Auflösung, werden eine beträchtliche Menge weißer glänzender Krystalle ausgeschieden, die zuweilen die Gestalt nadelförmiger Krystalle, zuweilen die sechsseitiger Prismen, zuweilen die sechsseitiger Tafeln haben. Diese Krystalle bestehen aus schwefelhaltigem Wasserstoff und Baryterde, und sind von Berthollet, der sie zuerst ausführlich beschrieben hat, wasserstoffschwefelhaltige Baryterde genannt worden. Die Flüssigkeit welche diese Krystallen abgesetzt hat, hat eine gelbe Farbe, und enthält schwefelwasserstoffhaltige Baryterde aufgelöst \*).

Des Phos- Schüttet man eine Mischung aus Phosphor  
phors. und Baryterde in eine an dem Ende verschlossene Glasröhre, und erhitzt man dieselbe über glühende Kohlen, so verbinden sich diese beide Substanzen in kurzer Zeit, und bilden phosphorhaltige Bittererde. Diese Zusammensetzung hat eine dunkelbraune Farbe, ist sehr glänzend und leichtflüchtig. Wird sie angefeuchtet, so stößt sie den Geruch nach phosphorhaltigem Wasserstoffgase aus. Wirft man sie in Wasser, so wird sie nach und nach zersetzt, es wird phosphorhaltiges Wasserstoffgas entwickelt, das sowie es die Oberfläche des Wassers durchbricht, sich entzündet; der Phosphor verwandelt sich nach und nach in Phosphorsäure \*\*).

Wirkung der  
unverbrennli-  
chen Stoffe.

6. Der Stickstoff ist ohne Wirkung auf die Baryterde, sie verbindet sich hingegen leicht mit

\*) Ann. de Chim. XXV, 235.

\*\*) Fuercroy Syst. des Conn. Chim. II, 191.

der Salzsäure, und bildet eine Zusammensetzung welche salzsaure Baryterde genannt wird.

Wirkung der Metalle und ihrer Dryden. 7. Die Baryterde äußert keine Wirkung auf die Metalle; allein sie verbindet sich mit mehreren metallischen Dryden, und stellt mit ihnen Zusammensetzungen dar, die bis jetzt noch nicht gehörig untersucht worden sind. Wenn man z. B. Baryterde in eine Auflösung des Silbers oder Bleies in Salpetersäure schüttet, so wird ersteres braun, letzteres weiß niedergeschlagen; setzt man hingegen einen Ueberschuß von Barytwasser zu, so wird der Niederschlag wieder aufgelöst \*).

Der Alkalien. 8. Mit den Alkalien geht die Baryterde keine Verbindung ein. Ihre Bestandtheile sind unbekannt; sie ähnelt aber den Alkalien in so manchen Eigenschaften, daß man nicht umhin kann zu vermuthen, daß die Zusammensetzung beider analog sey.

Verwandtschaften. Nach Bergmann beobachten ihre Verwandtschaften folgende Ordnung.

Salpetersäure.	Weinsteinsäure.
Kleesäure.	Arseniksäure.
Bernsteinsäure.	Milchsäure.
Flusssäure.	Benzoesäure.
Phosphorsäure.	Essigsäure.
Milchzuckersäure.	Borarsäure.
Salpetersäure.	Schweflichte Säure.
Salzsäure.	Kohlensäure.
Korksäure.	Blausäure.
Zitronensäure.	

\*) Fourcroy et Vauquelin Mem. de l'Inst. II, 61.

## Zweiter Abschnitt.

Von der Strontianerde.

Geschichte. Um das Jahr 1787 brachte ein Mineralienhändler ein Fossil nach Edinburg, das in den Bleigruben von Strontian in Argyleshire gefunden wird, wo es mit mehreren andern Substanzen vermischt, in das Erz eingebettet angetroffen wird. Zuweilen ist es durchsichtig und farblos, gemeiniglich hat es aber einen Stich ins Gelbe oder Grüne. Seine Härte ist 5. Sein specifisches Gewicht wechselt von 3,4 bis zu 3,762. Sein Gefüge ist gewöhnlich faserig; zuweilen findet man es in zarten prismatischen Säulen von verschiedener Länge krystallisirt \*).

Dieses Fossil wurde allgemein für kohlen saure Baryterde gehalten; bis Dr. Crawford durch einige Verschiedenheiten, die er zwischen der Auflösung desselben in Salzsäure, und der Auflösung der Baryterde in derselben Säure bemerkte, aufmerksam gemacht, vermuthete, daß es vielleicht eine neue Erde enthalte. Diese Vermuthung trug er in seiner Abhandlung über die salzsaure Baryterde, die er im Jahre 1790 bekannt machte, vor, und überschickte zugleich eine Probe davon an Kirwan, um fernere Versuche damit anzustellen. Dr. Hope stellte im Jahre 1791 eine Reihe von Versuchen hierüber an, die er im Jahre 1792 in der Edinburger Societät vorlas, und die in den Transactionen derselben, welche zu Anfang des Jahres 1794 erschie-

\*) Hope Edinb. Trans. IV, 44.

nen, abgedruckt wurden. Aus diesen Versuchen ging hervor, daß dieses Fossil aus Kohlensäure und einer eigenthümlichen Erde, deren Eigenschaften näher angegeben wurden, zusammengesetzt sey. Hope nannte diese Erde Strontites. Klaproth analysirte das Fossil im Jahre 1793, und erhielt dieselben Resultate wie Hope, ohne von den Versuchen des Letztern, die erst später durch den Druck bekannt wurden, etwas zu wissen. Klaproth's Versuche wurden in Crells Annalen vom Jahre 1793 \*) und 1794 \*\*) abgedruckt. Auch Kirwan fand im Jahre 1793 die interessantesten Eigenthümlichkeiten dieser Erde, wie man aus seinem Briefe an Crell ersieht, ungeachtet seine Abhandlung über diesen Gegenstand, welche er im Jahre 1794 in der Ir-ländischen Akademie vorlas, erst im Jahre 1795 gedruckt wurde.

Melletier, Fourcroy und Bauquelin †) bestätigten die Versuche jener Naturforscher, und fanden noch einige neue Eigenschaften dieser Erde auf. Klaproth gab derselben von dem Fundorte den Namen Strontianerde; und diese Benennung ist jetzt allgemein angenommen.

Die Strontianerde wird an mehreren Orten unserer Erde häufig angetroffen, sie ist aber nicht rein, sondern stets mit Kohlensäure oder Schwefelsäure verbunden.

Darstellung der  
reinen Stron-  
tianerde.

I. Die Kohlensäure kann der kohlensauren Strontianerde dadurch entzogen werden, daß

\*) Crells Chem. Annalen 1793. B. II. S. 189.

\*\*) Ebend. 1794. B. I. S. 99. desgl. Klaproths Beiträge. B. I. S. 260.

†) Ann. de Chim. XXI, 115 et 276. desgl. Jour. de Min. An. VI. 3.

man das Fossil mit Kohlenpulver vermischt, einer Temperatur von  $140^{\circ}$  nach Wedgwoods Pyrometer aussetzt \*). Ein anderes Verfahren besteht darin, daß man dasselbe in Salpetersäure auflöst, die Auflösung bis zum Krystallisationspunkte verdunstet, und die Krystalle in einem Schmelztiegel so lange glühet, bis alle Salpetersäure entwichen ist. Aus der schwefelsauren Strontianerde läßt sich die reine Strontianerde genau durch dasselbe Verfahren abscheiden, das im vorhergehenden Abschnitte, um die Baryterde zu gewinnen, gelehrt wurde.

Eigenschaften. 2. Die durch eine oder die andre der beschriebenen Verfahrensarten erhaltene reine Strontianerde ist eine poröse Masse von graulich weißer Farbe, scharfem und alkalischem Geschmacke; sie verwandelt die blaue Farbe der Vegetabilien in die grüne. Ihr specifisches Gewicht beträgt nach Massenfratz 1,647 \*\*). Auf die thierischen Körper wirkt sie nicht so heftig wie die Baryterde, auch ist sie nicht giftig \*\*\*).

Sie schmilzt nicht, wenn sie erhitzt wird, wie die Baryterde; allein vor dem Löthrohre wird sie mit Licht durchdrungen, und von einer so weißen glänzenden Flamme umgeben, daß das Auge sie kaum ertragen kann †).

Wirkung des Wassers. 3. Spritzt man Wasser auf Strontianerde, so wird sie gelbscht; sie erhitzt sich, und zerfällt eben so wie die Baryterde in Pulver. In Ansehung der Auf-

\*) Kirwan.

\*\*) Ann. de Chim. XXVIII, 11.

\*\*\*) Pelletier Ibid. XXI, 120.

†) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 227.

Üblichkeit in Wasser steht sie der Baryterde nach. Bei einer Temperatur von  $60^{\circ}$  lösen ungefähr 162 Theile Wasser einen Theil von dieser Erde auf. Die Auflösung, welche Strontianwasser genannt wird, ist hell und durchsichtig, und färbt die blauen Pflanzensäfte grün. Heißes Wasser löset sie in weit beträchtlicherer Menge auf; beim Erkalten der Auflösung wird der größte Theil der aufgelösten Strontianerde in farblosen durchsichtigen Krystallen abgeschieden. Diese sind vierseitige Blätter, gewöhnlich sind es Parallelogramme; der größte dieser Krystalle ist selten länger als ein Viertel Zoll. Zuweilen sind die Ecken derselben eben, gewöhnlicher bestehen sie aus zwei Flächen, die dachförmig zusammengefügt sind. In den meisten Fällen hängen diese Krystalle so zusammen, daß sie eine dünne Platte von einem und mehr Zoll Länge und einem halben Zoll Breite bilden. Zuweilen ist ihre Gestalt kubisch. Sie enthalten ungefähr 68 Procent Wasser. Bei der Temperatur von  $60^{\circ}$  lösen 51,4 Theile Wasser einen Theil davon auf. Kochendes Wasser nimmt beinahe die Hälfte dem Gewichte nach in sich. An der Luft verlieren sie ihr Krystallisationswasser, ziehen Kohlenensäure an, und zerfallen zu Pulver \*). Ihr specifisches Gewicht beträgt 1,46 \*\*).

Des Sauerstoffs 4. Das Licht äußert auf die Strontianerde  
keine Wirkung, sie verbindet sich auch nicht mit  
dem Sauerstoffe.

Der brennbaren 5. Schwefel und Phosphor sind unter den  
Stoffe. einfachen verbrennlichen Stoffen die einzigen,  
mit denen sie eine Vereinigung eingehet.

Man

\*) Hope Edinb. Trans. IV, 44.

\*\*) Hassenfratz Ann. de Chim. XXVIII, 11.

**Schwefelhaltige** Man kann eine Verbindung zwischen dem  
**Strontianerde.** Schwefel und der Strontianerde bewirken, wenn  
 man beide Substanzen in einem Schmelztiegel zusammen-  
 schmilzt. Das schwefelhaltige Strontian ist vermittelst des  
 schwefelhaltigen Wasserstoffs welches entwickelt wird, in  
 Wasser auflöslich. Wird die Auflösung verdunstet, so wird  
 wasserstoffschwefelhaltige Strontianerde in Kry-  
 stallen abgeschieden, und es bleibt hydrogenisirte schwefel-  
 haltige Strontianerde aufgelöst. Diese drei Zusammens-  
 setzungen ähneln in ihrem Verhalten der schwefelhaltigen,  
 wasserstoffschwefelhaltigen, und hydrogenisirten schwefelhalti-  
 gen Baryterde ungemein, und erfordern daher keine besondere  
 Beschreibung. Dieselbe Bemerkung findet auch  
 in Rücksicht der phosphorhaltigen Strontian-  
 erde statt, die auf eben die Art wie die phosphorhaltige Ba-  
 ryterde bereitet werden kann.

**Werkung der** 6. Die Strontianerde verbindet sich nicht  
**unverbrennli-** mit dem Stickstoffe; allein sie vereinigt sich  
**chen Stoffe,** leicht mit der Salzsäure, und bildet damit  
**Metalle und Al-** salzsaure Strontianerde.  
**kalien.**

7. Die Strontianerde ist auf die Metalle ohne Wirkung;  
 sie verbindet sich aber mit verschiedenen Dryden derselben, und  
 bildet Zusammensetzungen, die bis jetzt noch nicht untersucht  
 worden sind.

8. Sie vereinigt sich weder mit den Alkalien noch mit  
 der Baryterde. Mischt man Strontianwasser und Barytwas-  
 ser zusammen, so erfolgt kein Niederschlag \*).

9. Die Strontianerde besitzt die Eigenschaft die Flamme

\*) Morveau Ann. de Chim. XXXI. 251.

schön roth, oder vielmehr purpurroth zu färben; eine Eigenschaft, die Dr. Ufch im Jahre 1787 entdeckt hat. Man kann diesen Versuch so anstellen, daß man etwas von dem Salze, welches aus Salpetersäure und Strontianerde besteht, in das Locht eines Lichtes bringt \*), oder daß man Alkohol entzündet, der salzsaure Strontianerde aufgelöst hat. In beiden Fällen hat die Flamme eine lebhaft purpurrothe Farbe. In dieser Rücksicht unterscheidet sie sich von der Baryterde, die, wenn man mit ihr den beschriebenen ähnliche Versuche anstellt, der Flamme eine bläulich gelbe Farbe ertheilt \*\*).

10. Die Verwandtschaften der Strontianerde sind nach Høpe' und Bauquelin folgende:

Schwefelsäure.	Salzsäure.
Phosphorsäure.	Bernsteinsäure.
Kleesäure.	Essigsäure.
Weinsteinsäure.	Arseniksäure.
Flußsäure.	Borarsäure.
Salpetersäure.	Kohlensäure.

Baryterde und Strontianerde nähern sich in ihren Eigenschaften fast eben so sehr wie Kali und Natrum; man hat sie daher, so wie diese beiden Alkalien einige Zeit mit einander verwechselt. Die meisten Verschiedenheiten zeigen diese beide Erden in ihren Verbindungen mit Säuren.

\*) Vanquelin Jour. de Mines An VI, 10.

\*\*) Pelletier Ann. de Chim. XXI, 137.

## Dritter Abschnitt.

## V o n d e r K a l k e r d e .

Die Kalkerde ist seit den entferntesten Zeiten bekannt. Die Alten bedienten sich derselben in der Arzneikunde; sie machte einen Hauptbestandtheil ihres Mörtels aus, auch wandten sie dieselbe zum Düngen der Felder an.

Man trifft diese Erde fast in allen Gegenden unsers Erdballs an, ja man könnte sagen, es gebe keinen Ort an welchem dieselbe nicht gefunden wird. Am reinsten kommt dieselbe in den Kalksteinen, Marmorarten und der Kreide vor. Keine dieser Substanzen bestehet übrigens aus reiner Kalkerde; sie können aber alle dadurch in dieselbe verwandelt werden, daß man sie einige Zeit der Weißglühhitze aussetzt. Dieser Proceß wird das Kalkbrennen genannt. Das dadurch erhaltene Produkt welches im gemeinen Leben gebrannter Kalk genannt wird, ist die Kalkerde des Chemisten.

1. Wählt man diejenigen krystallisirten Kalksteine welche Kalkspathe genannt werden, und die vollkommen weiß und durchsichtig sind, zum Brennen, so erhält man völlig reine Kalkerde. Auch einige reine weiße Marmorarten geben bei ähnlicher Behandlung diese Erde. Ein anderes Verfahren ist folgendes. Man löset Auster-schaalen in Salzsäure auf, filtrirt die Auflösung, und setzt ihr so lange Ammonium zu, als noch ein weißes Pulver zu Boden fällt. Die Auflösung wird abermals filtrirt, die Flüssigkeit mit einer Auflösung kohlensaurer Kalkerde vermischt; das niederfallende

Pulver ausgefüßt und getrocknet, und in einem Platintiegel heftig geglühet.

Eigenschaft: 2. Die reine Kalkerde hat eine weiße Farbe, ist mäßig hart, läßt sich aber leicht pulvern.

Sie hat einen warmen brennenden Geschmack, und zerfrißt und zerstört diejenigen thierischen Substanzen, mit welchen sie in Berührung kommt. Ihr specifisches Gewicht ist 2,3<sup>\*)</sup>. Sie färbt blaue Pflanzenfarben grün, zuletzt macht sie dieselben gelb.

Sie ist in dem heftigsten Feuer unerschmelzbar, selbst die Hitze welche durch die stärksten Brenngläser hervorgebracht werden kann, vermag nichts über dieselbe.

Eigenschaften des Kalkes: 3. Wird Wasser auf frisch gebrannte Kalkerde geschüttet, so schwillt sie auf, zerfällt, und wird bald in ein sehr feines Pulver verwandelt. Es wird hierbei eine so beträchtliche Menge Wärme frei, daß ein Theil des Wassers in Dämpfen entweicht. Ist die Menge des gelbschten (so wird jene Operation genannt) Kalkes beträchtlich, so ist die Hitze so groß, daß sie brennbare Körper entzündet. Auf diese Art sind zuweilen Fahrzeuge die mit gebranntem Kalk beladen waren, in Brand gesetzt worden. Löscht man große Quantitäten Kalk im Finstern, so entwickelt sich, wie Pelletier beobachtet hat, nicht allein Wärme, sondern auch Licht<sup>\*\*)</sup>. Wird gelbschter Kalk gewogen, so findet man ihn schwerer als er vorher war. Diese Gewichtszunahme rührt von der Verbindung eines Theils Wassers mit der Kalkerde her; in der Glühhitze entweicht dasselbe wieder, und die Kalkerde wird in

\*) Kirwan.

\*\*\*) Jour. de Phys. Tom. XXII.

denselben Zustand versetzt, in welchem sie sich vor dem Löschen befand \*).

Hieraus ergibt sich der Grund, warum beim Löschen des Kalkes Wärme entwickelt wird. Es verbindet sich ein Theil des Wassers mit der Kalkerde, und gehet dadurch aus dem flüssigen in den festen Zustand über; dieser Antheil Wasser läßt mithin den Antheil Wärmestoff fahren, der ihm die Flüssigkeit ertheilte, vielleicht auch eine beträchtliche Menge von demjenigen Wärmestoff, welche selbst dann noch in dem Wasser enthalten ist, wenn sich dieses im Zustande des Eises befindet. Denn wenn zwei Theile Kalkerde mit einem Theile Eise (beide von  $32^{\circ}$ ) vermischt werden, so verbinden sie sich mit Lebhaftigkeit, und ihre Temperatur steigt auf  $212^{\circ}$ . Die Erhöhung der Temperatur, welche bei dem Löschen der Baryterde und Strontianerde statt findet, rührt von derselben Ursache her.

Der Geruch, welcher beim Löschen des Kalkes wahrgenommen wird, wird durch einen Theil Kalkerde, welchen der Wasserdampf in die Höhe reißt, verursacht. Man überzeugt sich hievon, wenn man blaue Pflanzensäfte diesem Dampfe aussetzt, diese werden von ihm grün gefärbt.

Unterschied zwis  
schen kohlenfau-  
rer und reiner  
Kalkerde. Kalkstein und Kreide besitzen, ungeachtet sie durch Brennen in Kalkerde verwandelt werden können, doch keine der Eigenschaften dieser wirksamen Substanz, in einem merklichen Grade. Sie haben keinen Geschmack, sind beinahe ganz unauslöslich in Wasser, und wirken kaum merklich auf thierische Körper.

\*) Dr. Black.

Woher rühren demnach die neuen Eigenschaften der Kalkerde? welche Veränderungen erleidet sie im Feuer?

Es war eine längst bekannte Thatsache, daß der Kalkstein durch das Brennen einen beträchtlichen Theil seines Gewichtes verliere. Es war daher eine sehr natürliche Vermuthung, daß etwas während des Kalcinirens abgeschieden werde. Dem gemäß stellten Van Helmont, Ludwig, Macquer nach einander Versuche an, um auszumitteln was dieses Etwas sey; sie kamen alle darin überein, daß es reines Wasser sey, welches die Kalkerde, wenn sie der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird, aus dieser wieder annimmt.

Da die neuen Eigenschaften, welche die Kalkerde durch das Brennen erhält, sich nicht aus diesem Verluste erklären ließen, so nahm man allgemein Stahls Theorie über diesen Gegenstand an. Dieser glaubte, daß die Veränderungen, welche die Kalksteine durch das Brennen erleiden, von der äußerst feinen Zertheilung ihrer Theile durch die Einwirkung des Feuers herrühren. Boyle hatte früher als Stahl zu zeigen gesucht, daß diese Eigenschaften eine Folge von der Figirung des Feuers im Kalksteine wären; diese Theorie wurde von Newton angenommen, von Hales weiter ausgeführt, und von Meyer mit so vielem Scharfsinne modificirt, daß sie bei dem größten Theile der Chemisten Eingang fand. Während aber Meyer in Deutschland mit diesen Versuchen beschäftigt war, machte Black in Edinburg im Jahre 1756 seine berühmten Versuche bekannt, welche eine so wichtige Epoche in der Geschichte der Chemie bilden.

Entdeckt durch  
Black. Er zeigte zuerst, daß die Menge Wasser, welche beim Brennen des Kalksteins abgeschieden wird, nicht dem ganzen Gewichtsverluste gleich sey, welchen er erleide. Er schloß hieraus, daß mehr als Wasser verloren gehen müsse. Anfänglich konnte er diese andre Substanz nicht auffinden, da er sich aber erinnerte, daß Hales gezeigt hatte, daß sich aus dem Kalksteine während seiner Auflösung in Säuren eine beträchtliche Menge Luft entwickle, so vermuthete er, daß diese es wohl seyn könne, welche während der Calcination verloren gehe. Um sich hiervon zu überzeugen, calcinirte er Kalkstein in Verbindung mit dem pneumatischen Apparat. Er fand seine Vermuthung bestätigt; und zugleich, daß das Gewicht des entwichenen Wassers, mit dem der entwichenen Luft, genau dem Gewichte welches der Kalkstein beim Brennen verloren hatte, gleich war.

Die Kalkerde hat demnach ihre neue Eigenschaften durch den Verlust der Luft erhalten, und Kalkstein unterscheidet sich nur dadurch von der Kalkerde, daß ersterer mit einem Antheile Luft verbunden ist. Dieses bestätigte auch die Synthesis, denn wenn der Kalkerde dieselbe Menge Luft wiedergegeben wurde, so wurde sie wieder in den vorigen Zustand zurückgeführt. Da sich diese Luft in dem Kalksteine in einem festen Zustande befindet, so wurde sie fixe Luft genannt. Sie wurde in der Folge von Priestley und andern Naturforschern untersucht; die an derselben besondere Eigenschaften entdeckten, und fanden, daß sie dieselbe Gasart sey, welche jetzt Kohlensäures Gas genannt wird. Kalkerde ist demnach eine einfache Substanz; Kalkstein (milde Kalkerde) hingegen eine Zusammensetzung aus Kohlensäure und Kalker-

de: die Hitze scheidet die Kohlensäure ab, und die Kalkerde bleibt rein zurück.

5. Wird Kalkerde der freien Luft ausgesetzt, so zieht sie nach und nach Feuchtigkeit an, und zerfällt in Pulver; hierauf wird sie bald mit Kohlensäure gesättigt, und wiederum in kohlensaure Kalkerde, oder ungebrannten Kalkstein verwandelt.

Wirkung des  
Wassers.

Bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre löset ein Theil Wasser ungefähr 0,002 Theile Kalkerde dem Gewichte nach auf. Diese Auflösung wird Kalkwasser genannt. Das Kalkwasser ist durchsichtig, hat einen scharfen Geschmack, und färbt blaue Pflanzensäfte grün. Man bereitet es gewöhnlich so, daß man gepulverte Kalkerde in destillirtes Wasser schüttet, sie damit einige Zeit stehen läßt, und hierauf die durchsichtige Auflösung vom Bodensatze abgießt. Wird Kalkwasser der Luft ausgesetzt, so überzieht sich die Oberfläche desselben mit einem erdigten Häutchen, das kohlensaure Kalkerde ist. Wird dieses Häutchen zerbrochen, so fällt es zu Boden, und es tritt ein anderes an seine Stelle. Auf die Art wird bald alle Kalkerde, indem sie sich nach und nach mit Kohlensäure verbindet, ausgeschieden.

Nach Tromsdorf kann man die Kalkerde in Krystallenform erhalten. Das Verfahren wodurch nach ihm dieses bewerkstelligt wird, ist nachstehendes. Man vermischt vier Theile einer Auflösung der in Kalkerde Salzsäure, mit einem Theile Kalkerde, und kocht die Feuchtigkeit so lange, bis ein Tropfen derselben beim Erkalten die Konsistenz des Syrops annimmt; hierauf filtrirt man sie durch ein Tuch in ein irdenes Gefäß, das mit einem Deckel bedeckt werden muß. Läßt

man diese Flüssigkeit langsam erkalten, so schießen lange nadelförmige Krystalle an, die reine Kalkerde sind. Dieser Versuch gelingt nur dann, wenn er mit einer großen Quantität angestellt wird; man muß wenigstens einige Pfund salzsaure Kalkerde dazu anwenden.

6. Das Licht wirkt auf die Kalkerde nicht, sie verbindet sich auch nicht mit dem Sauerstoff.

Wirkung der brennbaren Stoffe. 7. Die einzigen einfachen brennbaren Stoffe mit welchen diese Erde eine Verbindung eingehet, sind der Schwefel und Phosphor.

Schwefelhaltige Kalkerde. Die schwefelhaltige Kalkerde bereitet man dadurch, daß man Schwefel und Kalkerde, beide gepulvert, mischt, und in einem Schmelztiegel glühet. Sie erleiden eine angehende Schmelzung, und werden in eine scharfe röthliche Masse verwandelt. Wird diese der Luft ausgesetzt, oder mit Wasser angefeuchtet, so nimmt sie eine grün-gelbe Farbe an, es wird schwefelhaltiges Wasserstoffgas gebildet, und die schwefelhaltige Kalkerde wird in hydrogenisirte schwefelhaltige Kalkerde verwandelt, die einen stinkenden Geruch nach schwefelhaltigem Wasserstoffgas ausstößt.

Man erhält die hydrogenisirte schwefelhaltige Kalkerde gleichfalls, wenn man eine Mischung aus Kalkerde und Schwefel in zehn Theilen Wasser dem Gewichte nach, kocht, oder wenn man Kalkerde mit Schwefel bestreut, und dann anfeuchtet; die Hitze welche durch das Löschen der Kalkerde hervorgebracht wird, reicht hin diese Verbindung zu bewirken. Wird die hydrogenisirte schwefelhaltige Kalkerde der Luft ausgesetzt, so absorbirt sie Sauerstoff, der sich zuerst mit dem Wasserstoffe, dann mit dem Schwefel verbindet, und hierauf die Zusam-

menetzung in schwefelsaure Kalkerde verwandelt \*). Wird die Auflösung der hydrogenisirten schwefelhaltigen Kalkerde in einem verschlossenen Gefäße aufbewahrt, so fällt der Schwefel nach und nach zu Boden, und es bleibt wasserstoffschwefelhaltige Kalkerde in der Auflösung.

Die hydrogenisirte schwefelhaltige Kalkerde besitzt die Eigenschaft, bei der Mitwirkung der Wärme, Kohle aufzulösen, und sie aufgelöst zu erhalten \*\*). Sie wirkt sehr kräftig auf die Metalle und metallischen Dryden.

*Phosphorhaltige Kalkerde.* Die phosphorhaltige Kalkerde wird durch nachstehendes Verfahren erhalten. Man schützt in eine gläserne Röhre, welche an dem einen Ende verschlossen ist, einen Theil Schwefel; dann, indem die Röhre wagerecht gehalten wird, fünf Theile Kalkerde in kleinen Stücken, so daß sie zwei Zoll über dem Phosphor liegen, und erhitzt sie hierauf in horizontaler Lage über glühenden Kohlen, so daß der Theil, welcher die Kalkerde enthält, zum Glühen gebracht werden kann, während das verschlossene Ende der Röhre, wo der Phosphor befindlich ist, kalt bleibt. So wie die Kalkerde glühet, erhebt man die Röhre, und bringt denjenigen Theil derselben, welcher den Phosphor enthält, über die Kohlen. Der Phosphor wird verflüchtigt, dringt in Dämpfen durch die heiße Kalkerde hindurch, und verbindet sich mit dieser zu phosphorhaltiger Kalkerde. Während dieser Verbindung wird die Masse rothglühend, es entwickelt sich eine beträchtliche Menge phosphorhaltiges Wasserstoffgas, welches sich, so wie es mit der atmosphärischen

\*) Berthollet.

\*\*\*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 174.

Luft in Berührung kommt, entzündet. Pearson, dem wir die Kenntniß der phosphorhaltigen Erden verdanken, hat diesen Versuch angegeben \*).

Die phosphorhaltige Kalkerde ist von dunkelbrauner Farbe, und hat die Gestalt der Röhre angenommen. Sie hat keinen Geruch, und zerfällt an der Luft. Im Wasser ist sie unauflöslich; allein sie besitzt das Vermögen, das Wasser zu zerlegen. Es wird phosphorhaltiges Wasserstoffgas entwickelt, welches sich, so wie es mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, entzündet. Ein Theil dieses Gases verbindet sich mit der phosphorhaltigen Kalkerde, und bildet eine Art wasserstoffphosphorhaltiger Kalkerde. Daher ereignet es sich, daß wenn man phosphorhaltige Kalkerde, nachdem sie einige Zeit im Wasser gelegen, herausnimmt und trocknet, sie sich, wenn man Salzsäure auf sie schüttet, ent-

---

\*) Van Mons hat folgendes Verfahren, die phosphorhaltige Kalkerde zu bereiten, vorgeschlagen; es scheint mir aber dem im Text angegebenen nachzusehen. Man füllt einen kleinen Glaskolben bis auf zwei Drittheil mit gepulverter kohlen-saurer Kalkerde, stellt ihn in ein Sandbad, und wendet einen Feuergrad an, bei dem die Kohlen-säure entweichen muß. Gegen das Ende des Processes trägt man nach und nach den dritten Theil (vom Gewichte der Kalkerde) Phosphorlein, man muß aber ja Sorge tragen, daß die Kalkerde im Glühen erhalten werde. Der Phosphor schmilzt, wird aber durch das sich aus der Kalkerde fortwährend entwickelnde kohlen-saure Gas verhindert, sich zu entzünden. Nachdem aller Phosphor eingetragen worden, wird der Kolben mit einem Stöpsel verstopft. Letzterer muß mit einer Klappe versehen seyn, die zwar der Luft von innen den Ausgang erlaubt, der äußern Luft hingegen den Zugang verschließt. So wie der Kolben verstopft worden, wird das Feuer hinweggenommen, und nach dem völligen Erkalten die phosphorhaltige Kalkerde in Gläsern mit eingeriebenem Stöpsel aufbewahrt. Jour. de Chim. III, 75.

zündet. Es ist diese Entzündung eine Folge des sich mit großer Lebhaftigkeit entwickelnden Wasserstoffgases \*).

8. Die Kalkerde verbindet sich nicht mit dem Stickstoff, allein sehr leicht mit der Salzsäure, und bildet salzsaure Kalkerde.

Wirkung der Metalle. 9. Die Kalkerde erleichtert die Oxydation verschiedener Metalle; verbindet sich mit mehreren metallischen Oxyden, und bildet mit ihnen Salze, die bis jetzt noch nicht, (mit Ausschluß der Zusammensetzungen, die sie mit den Oxyden des Quecksilbers und Bleies bildet, und welche Berthollet untersucht hat) ihren Eigenschaften nach bekannt sind.

Wird rothes Quecksilberoxyde mit Kalkwasser gekocht, so wird es zum Theil aufgelöst, und aus der Auflösung schießen beim Erkalten kleine durchsichtige gelbe Krystalle an. Diese Zusammensetzung ist von einigen quecksilbersaure Kalkerde (*mercuriat of lime*) genannt worden.

Das Kalkwasser löset gleichfalls das rothe Bleioxyde, und (noch besser) die Bleiglätte auf. Wird diese Auflösung in einer Retorte verdunstet, so erhält man kleine durchsichtige Krystalle, welche mit den prismatischen Farben spielen, und nicht auflösblicher in Wasser als Kalkerde sind. Alle schwefelsaure alkalischen Salze, und das schwefelhaltige Wasserstoffgas zersetzen dasselbe. Die Schwefelsäure und Salzsäure fällen das Blei. Diese Zusammensetzung färbt die Wolle, die Nägel, die Haare, das Eiweiß schwarz; äußert aber keine Wirkung auf die Farbe der Seide, die Haut, das Eigelb, das thierische Del. Die Färbung der genannten Sub-

---

\*) Berthollet Ann, de Chim. I, 61.

stanzen bewirkt das Blei, welches im Zustande eines Oxyde gefällt wird, denn alle Säuren lösen dasselbe auf. Eine bloße Mischung aus Kalkerde und Bleioxyde schwärzt diese Substanzen, ein Beweis daß dieses Salz leicht gebildet wird \*).

10. Die Kalkerde geht mit den Alkalien, und den schon beschriebenen Erden keine Verbindung ein.

Bergmann giebt die Verwandtschaften der Kalkerde folgendermaßen an:

Kleesäure.	Arseniksäure.
Schwefelsäure.	Milchsäure.
Weinsteinsäure.	Zitronensäure.
Bernsteinsäure.	Benzoesäure.
Phosphorsäure.	Schweflichte Säure.
Milchzuckersäure.	Essigsäure.
Salpetersäure.	Borarsäure.
Salzsäure.	Kohlensäure.
Korksäure.	Blausäure.
Flusssäure.	

Mörtel. Eine der wichtigsten Anwendungen der Kalkerde, ist die Bildung des Mörtels, dessen man sich als Bindemittel beim Bauen bedient. Er bestehet aus Kalkerde und Sand die mit Wasser zu einem Teige gemacht worden sind. Durch das Trocknen wird er steinhart; und verbindet sich fest mit der Oberfläche der Steine für die er als Bindemittel gebraucht wird, so daß die ganze Mauer als ein einziger Stein betrachtet werden kann. Diese Wirkung wird aber nur dann vollständig erreicht, wenn der Mörtel gehörig bereitet worden ist.

\*) Berthollet Ann. de Chim. I, 52.

Die Kalkerde muß rein, gänzlich frei von Kohlensäure, und in dem Zustande eines feinen Pulvers seyn; der Sand darf keine Thonerde enthalten, und zum Theil aus feinem Sande, zum Theil aus Rießsand bestehen. Nach Higginß sind drei Theile feiner Sand, vier Theile gröberer Sand, und ein Theil frisch gelöschte Kalkerde, und so wenig Wasser als möglich, das beste Verhältniß in welchem diese Bestandtheile genommen werden müssen.

Die steinartige Konsistenz welche der Mörtel annimmt, rührt zum Theil von der Absorbition der Kohlensäure her, vorzüglich aber von der Verbindung des Wassers mit der Kalkerde. Dieser letzte Umstand ist die Ursache, daß wenn man zu dem Mörtel einen Theil gepulverten ungelöschten Kalk zusetzt, der Mörtel beim Trocknen ungleich fester wird, als es sonst der Fall seyn würde. Dieses schlug Lorio t zuerst vor \*), und Morveau bestätigte es durch eine zahlreiche Menge von Versuchen \*\*). Nach diesem Naturforscher ist folgendes Verhältniß der Bestandtheile das beste.

Feiner Sand . . . . .	0,3
Ziegelmehl von gut ausgebrannten Backsteinen	0,3
Gelöschter Kalk . . . . .	0,2
Ungelöschter Kalk . . . . .	0,2
	<hr/>
	1,0.

Man erreicht dieselben Vortheile wenn man zum Löschten des Kalkes so wenig Wasser als möglich anwendet, Dieses hat La Faye zuerst ausgemittelt \*\*\*).

\*) Jour. de Phys. III, 231.

\*\*) Ibid. VI, 311.

\*\*\*) Ibid. IX, 437.

Higgins fand, daß ein Zusatz von gebrannten Knochen darum den Mörtel verbessere, weil er ihn zähe mache; wodurch verhindert wird, daß er beim Trocknen nicht abspringt; nur muß dieser Zusatz nicht mehr als ein Viertel der angewandten Kalkerde betragen.

Setzt man dem Mörtel etwas Braunstein zu, so erhält er die wichtige Eigenschaft unter Wasser zu erhärten. Ein solches so bereitetes Mörtel kann man sich mit Vortheil zum Bau solcher Gebäude bedienen, die beständig der Wirkung des Wassers ausgesetzt sind. Der Kalkstein enthält häufig Magnesium, in diesem Falle wird er durch das Brennen nicht weiß, sondern braun. Diese natürlichen Kalksteine dienen zur Verfertigung des Wassermörtels. Man kann letzteren auf folgende Art, welche Morveau zuerst beschrieben hat, bereiten. Man vermische 4 Theile blauen Thon, 6 Theile schwarzes Magnesiumoxyde und 90 Theile Kalkstein, sämmtlich gepulvert: calcinire diese Mischung, um die Kohlen Säure auszutreiben, vermische sie alsdann mit 60 Theilen Sand, und bilde sie mit der erforderlichen Menge Wasser zu Mörtel \*).

Derjenige Mörtel, welcher dem Wasser am besten widersteht, wird dadurch erhalten, daß man mit dem Kalke Puzzolane, einen vulkanischen Sand, welcher aus Italien erhalten wird, vermischt. Morveau versichert, daß man süglich statt der Puzzolane Basalt nehmen könne. Dieser wird geglühet, noch glühend in Wasser geworfen, und dann durch ein Sieb geschlagen, um damit die Stücken derselben die erforderliche Größe erhalten \*\*).

\*) Ann. de Chim. XXXVII, 259.

\*\*) Ibid. 262.

## Vierter Abschnitt.

V o n d e r W i t t e r e r d e .

Geschichte. Im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts bot ein römischer Kanonicus ein weißes Pulver in Rom zum Verkauf aus, das als ein Mittel gegen alle Krankheiten dienen sollte. Dieses Pulver nannte er Magnesia alba. Die Bereitungsart desselben hielt er äußerst geheim; allein im Jahre 1707 benachrichtigte Valentini das Publikum, daß man es erhalte, wenn die nach der Bereitung des Salpeters übrig bleibende Lauge verdunstet werde \*), und zwei Jahre nachher machte Slevogt die Entdeckung, daß es aus der Mutterlauge \*\*) des Salpeters durch Kali gefällt werden könne \*\*\*).

Dieses Pulver wurde allgemein für Kalkerde gehalten, bis Friedrich Hoffman zeigte, daß es mit andern Körpern ganz verschiedene Zusammensetzungen liefere †). Man kannte aber dennoch seine wahre Beschaffenheit nur wenig,

\*) De Magnesia alba.

\*\*) Die Mutterlauge ist diejenige Flüssigkeit, welche zurückbleibt, nachdem aus derselben alles Salz was möglicher Weise aus der Auflösung erhalten werden konnte, abgeschieden ist. Kochsalz wird z. B. durch Verdunsten des Seewassers erhalten. Nachdem soviel Salz aus einer Menge Seewasser als aus derselben krystallisiren will, gewonnen worden, so bleibt noch immer ein Antheil Flüssigkeit zurück. Dieser ist die Mutterlauge.

\*\*\*) Diss. de Magnesia alba.

†) Obs. Phys. Chim. 1722. p. 115 et 195.

nig, ja die meisten Chemisten führen fort es mit Kalkerde zu verwechseln, bis Black im Jahre 1755 seine berühmten Versuche bekannt machte. Marggraf schrieb im Jahre 1759<sup>\*)</sup>, und Bergmann im Jahre 1775 eine Abhandlung über diesen Gegenstand. Letzterer sammelte alle Erfahrungen, welche in Black's und Marggrafs Schriften enthalten waren, und bereicherte sie durch eigne  $\dagger\dagger$ ). Wutini in Genf schrieb im Jahre 1779 gleichfalls eine sehr schätzbare Abhandlung über diese Erde.

**Bereitung.** 1. Bis jetzt hat man die Bittererde noch nicht rein in der Natur angetroffen, man muß sie daher künstlich darstellen. Gewöhnlich bedient man sich hierzu einer Verbindung aus Schwefelsäure und Bittererde, die im Seewasser, in mehreren Quellen, vorzüglich in denen in der Gegend von Eßham, (daher dieses Salz sonst Eßhamer-Salz genannt wurde) enthalten ist. Dieses Salz wird in Wasser aufgelöst, und der Auflösung halb so viel Kali, dem Gewichte nach, als Salz aufgelöst worden, zugesetzt. Die Bittererde fällt augenblicklich zu Boden, weil das Kali eine nähere Verwandtschaft zur Schwefelsäure, als die Bittererde hat. Sie wird hierauf mit der erforderlichen Menge Wasser ausgewaschen und getrocknet.

**Eigenschaft.** 2. Die durch das angegebene Verfahren erhaltenene Bittererde ist ein zartes weißes Pulver, welches wenig Geschmack und gar keinen Geruch hat. Ihr specifisches Gewicht beträgt ungefähr 2,3<sup>\*\*)</sup>. Zarte blaue Pflan-

\*) Eergmanni Opusc.

\*\*\*) Kirwan.

zenfarben (z. B. das mit einem Aufguß der Malvenblätter gefärbte Papier) wird von derselben grün gefärbt.

Die stärkste Hitze welche bis jetzt hat hervorgebracht werden können, war nicht vermögend die Bittererde zu schmelzen. Darcet bemerkte, daß bei einer sehr hohen Temperatur sie etwas zusammensinterte. Bildet man aus ihr mit Wasser einen Kuchen, den man heftig glühet, so wird das Wasser verflüchtigt, die Bittererde zieht sich in einen kleinern Raum zusammen, und erhält nach Lingry's Bemerkung die Eigenschaft zu leuchten, wenn sie im Finstern auf eine heiße eiserne Platte gestrichen wird.

Wirkung des 3. Die Bittererde ist beinahe im Wasser völlig  
Wassers. unauflöslich; denn nach Kirwan sind 7900 Theile Wasser, dessen Temperatur  $60^{\circ}$  ist, erforderlich, um einen Theil Bittererde dem Gewichte nach aufzulösen. Sie kann sich aber wie die drei im Vorhergehenden beschriebenen Erden mit Wasser zu einer festen Masse verbinden; denn 100 Theile Bittererde, die in Wasser geworfen und dann getrocknet werden, wiegen nachher 118 \*). Auch wenn diese Erde mit Kohlen Säure (gegen die sie eine sehr große Verwandtschaft hat) verbunden ist, kann sie sich mit anderthalbmal so viel Wasser, als ihr eigenes Gewicht beträgt, vereinigen, und es zurück behalten; so wie man sie aber der Luft aussetzt, verdunstet das Wasser, obgleich langsamer als bei der Kalkerde.

Bis jetzt hat man die Bittererde noch nicht in krystallinischer Gestalt erhalten können.

Setzt man sie der Luft aus, so zieht sie, wiewohl äußerst langsam, aus derselben Kohlen Säure und Wasser an.

\*) Bergm. Opusc. I, 371.

Butini ließ Bittererde zwei Jahre lang in einer porcellanenen Schale nur mit Papier überdeckt stehen, und fand ihr Gewicht nur um  $\frac{1}{44}$  vermehrt.

Sauerstoff. 4. Die Bittererde verbindet sich nicht mit dem Sauerstoff, auch wird sie durch keine der Zusammensetzungen, von denen er einen Bestandtheil ausmacht, verändert.

Der einfachen brennbaren Stoffe. 5. Der einzige einfache brennbare Stoff, mit welchem sich die Bittererde verbindet, ist der Schwefel. Bis jetzt ist es noch keinem Chemiker geglückt, phosphorhaltige Bittererde darzustellen. Hierin unterscheidet sie sich von den bisher beschriebenen Erden.

Die schwefelhaltige Bittererde wird erhalten, wenn man eine Mischung aus zwei Theilen Bittererde und einem Theile Schwefel in einem Schmelztiegel einer gelinden Hitze aussetzt. Das Resultat ist ein gelbes Pulver, das schwach zusammengebacken ist, und aus dem sich, wenn es in Wasser geworfen wird, sehr wenig schwefelhaltiges Wasserstoffgas entwickelt. Eine mäßige Hitze reicht hin, den Schwefel hinwegzutreiben \*).

Der unvers brennlichen Stoffe. 6. Die Bittererde verbindet sich mit dem Stickstoffe nicht, wohl aber mit der Salzsäure, und bildet damit salzsaure Bittererde.

Der Metalle. 7. Auf die Metalle wirkt die Bittererde nicht; auch mit den metallischen Dryden geht dieselbe, so weit es bisher bekannt ist, keine Verbindung ein, es sey denn, daß eine vermittelnde Substanz zugleich gegenwärtig sey.

Der Alkalien. 8. Mit den feuerbeständigen Alkalien verbindet sich die Bittererde nicht, auch erhält sie durch dieselben keine

\*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 165.

andere Eigenschaften; allein sie besitzt eine große Neigung, mit dem Ammonium dreifache Salze darzustellen.

und Erden: 9. Auch mit keiner der drei im Vorhergehenden beschriebenen Erden geht die Bittererde eine Verbindung ein.

Zwischen der Barytererde und Bittererde scheint nur eine geringe Verwandtschaft statt zu finden; wenigstens ist die Mischung aus diesen beiden Erden bei jedem Feuersgrade, der bisher vorgebracht werden konnte, unerschmelzbar \*). Morveau behauptete zwar, daß salzsaure Baryterde und salzsaure Bittererde, wenn man sie vermischt, einen Niederschlag hervorbringen \*\*); allein Darraçq und Chenevix haben gezeigt, daß dieses davon herrührte, daß die Salze nicht rein waren, und daß, wenn man von ihnen jede fremdartige Beimischung entfernt, kein Niederschlag erfolge.

Auch zwischen der Strontianerde und Bittererde findet, wie Kirwan gezeigt hat, keine Verwandtschaft statt. Sie schmelzen nicht, wenn man sie auch dem stärksten Feuersgrade aussetzt, wenigstens in dem Falle nicht, wenn die Menge der Strontianerde die der Bittererde übertrifft, oder ihr gleich ist \*\*\*).

Gleiche Theile Kalkerde und Bittererde, die mit einander vermischt, einem heftigen Feuer ausgesetzt wurden, schmelzen nach Lavoisier nicht; auch Kirwan, der sie einer Temperatur von  $150^{\circ}$  nach Wedgwoods Pyrometer aussetzte, konnte sie nicht zum Schmelzen bringen. Folgende

\*) Lavoisier Mem. Par. 1782.

\*\*\*) Morveau Ann de Chim. XXXI, 253.

\*\*\*) Irish Trans. V, 246—247.

Tabelle, welche Kirwan nach seinen Versuchen entworfen hat, zeigt die Wirkung der Hitze aus Mischungen dieser Erden, die nach verschiedenen Verhältnissen gemacht worden.

Verhältnisse.	Temperatur.	Wirkung.
80 Kalkerde. 20 Bittererde.	150° Wedgwood.	ging durch den Schmelztiegel hindurch.
75 Kalkerde. 25 Bittererde.	160° Wedgwood.	ging durch den Schmelztiegel hindurch.
66 Kalkerde. 33 Bittererde		ging durch den Schmelztiegel hindurch.
20 Kalkerde. 80 Bittererde.	165° Wedgwood.	Schmolz nicht.
33 Kalkerde. 66 Bittererde.	138° Wedgwood.	Schmolz nicht.
30 Kalkerde. 10 Bittererde.	156° Wedgwood.	Schmolz zu einem reinen grüngelben Glase; als kein der Schmelztiegel war durch und durch zertrüben.

Verwandtschaften der Bittererde sind nach Bergmann folgende:

Kleefäure.

Weinsteinsäure.

Phosphorsäure.

Zitronensäure.

Schwefelsäure.

Milchsäure.

Flußsäure.

Benzoesäure.

Arseniksäure.

Essigsäure.

Milchzuckersäure.

Boraxsäure.

Bernsteinsäure.

Schweflichte Säure.

Salpetersäure.

Kohlensäure.

Salzsäure.

Blausäure.

Man bedient sich der Bittererde nur allein in der Arzneikunde. Man giebt sie innerlich, um die Säure aus dem Magen hinwegzuschaffen.

### Fünfter Abschnitt.

#### W o n d e r M a a n e r d e .

Geschichte. Der Maan ist ein Salz welches die Alten sehr gut kannten, und dessen sie sich beim Färben bedienten; allein sie kannten die Bestandtheile desselben nicht. Die Alchemisten machten die Entdeckung, daß es aus Schwefelsäure und einer Erde zusammengesetzt sey, allein die Natur der letztern blieb lange unbekannt. Stahl und Neumann vermutheten, sie sey Kalkerde, allein im Jahre 1727 zeigte Geoffroy der jüngere, daß dieses ein Irrthum sey, und daß die im Maan enthaltene Erde, einen Bestandtheil des Thons ausmache \*). Im Jahre 1754 bewies Marggraf, daß die Basis des Maans eine eigenthümliche Erde sey, welche sich von jeder andern bekannten unterscheide; einen wesentlichen Bestandtheil der Thonarten ausmache, und diesen ihre eigenthümliche Beschaffenheiten ertheile \*\*). Aus diesem Grunde wurde diese Erde Thonerde genannt; allein Morveau gab ihr in der Fdolge den Namen Maaneerde, weil sie aus dem Maan im Zustande der größten Reinheit abgeschieden werden kann. Macquer untersuchte in den Jahren 1758 und 1762 \*\*\*), Bergmann 1767 und 1771 †), und

\*) Mem. Par. 1727.

\*\*\*) Mem. de Berlin 1754 et 1759. Desgl. Marggrafs Schr. B. II. S. 1.

\*\*) Mem. Par.

†) Bergm. Opusc. I, 287. et V, 271.

Scheele im Jahre 1776 ††), die Eigenschaften dieser Erde genauer; andrer nicht zu erwähnen, welche zur richtigern Kenntniß ihrer Eigenschaften beigetragen haben; doch verdient die im Jahre 1801 von Saussüre dem jüngeren bekannt gemachte Abhandlung über diesen Gegenstand eine besondere Auszeichnung †††).

Bereitung. I. Um die Mauenerde rein darzustellen, kann man sich folgendes Verfahrens bedienen. Man löset Alaun in Wasser auf, und setzt zu der Auflösung so lange Ammonium zu, als ein Niederschlag erfolgt. Die überstehende Flüssigkeit wird abgesehen, der Niederschlag mit vielem Wasser ausgewaschen, und dann getrocknet. Die auf diesem Wege erhaltene Substanz ist die Mauenerde, zwar nicht ganz rein, denn sie enthält noch einen geringen Antheil von der Schwefelsäure, mit welcher sie im Alaun verbunden war. Man kann sie dadurch reiner darstellen, daß man die frisch gefällte Erde in Salzsäure auflöst, die Auflösung so weit verdunstet, daß ein Tropfen derselben beim Erkalten kleine Krystalle absetzt, sie hierauf zum Krystallisiren hinstellt; die Flüssigkeit alsdann zum zweiten Mal verdunstet, und die Krystalle absondert, welche sich aufs Neue erzeugen. Durch dieses Verfahren wird der meiste Alaun, welcher der Erde beigemischt war, abgeschieden. Wird der Flüssigkeit jetzt so lange Ammonium zugesetzt, als sich noch ein Niederschlag zeigt, und letzterer gehörig ausgewaschen und getrocknet, so wird derselbe fast ganz reine Mauenerde seyn \*).

†) Scheele.

††) Jour. de Phys. LII, 280.

\*) Accum's Chemistry II, 198.

Die auf dem beschriebenen Wege erhaltene Maunerde, hat nach Verschiedenheit der Art wie die Fällung geleitet wurde, ein ganz verschiedenes Ansehen. Wird der Maun in so wenig Wasser als möglich aufgelöst, so erscheint die Maunerde als eine weiße, leichte, zerreibliche, sehr schwammige Erde, die sich stark an die Zunge hängt. In diesem Zustande nennt Saussure sie schwammige Maunerde.

Wird hingegen der Maun in einer großen Menge Wasser aufgelöst, so erhält man die Maunerde als eine spröde, durchsichtige gelbgefärbte Masse, die, wenn man sie in der Hand hält, wie der Schwefel in Stücken springt. Sie hat einen sanften muschlichten Bruch, hängt sich nicht an die Zunge, und ähnelt nicht den erdigten Körpern. In diesem Zustande nennt Saussure die Maunerde, gallertartige Maunerde \*).

Eigenschaften. 2. Die Maunerde hat keinen merklichen Geschmack, und keinen Geruch; enthält sie aber Eisenoxyde, welches oft der Fall ist, so stößt sie, wenn sie angehaucht wird, einen eigenthümlichen Geruch aus, welcher der erdige Geruch genannt wird \*\*). Dieser Geruch ist vorzüglich bei den gewöhnlichen Thonarten bemerkbar. Das specifische Gewicht der Maunerde ist 2,00 \*\*\*).

Wird durch Hitze zusammengezo- gen. 3. Wird die Maunerde erhitzt, so verliert sie nach und nach, weil ein Theil des ihr gewöhnlich anhängenden Wassers verdunstet, am Gewichte, zu gleicher Zeit nimmt sie beträchtlich am Volumen ab. Die

\*) Jour. de Phys. LII, 200.

\*\*\*) Saussure Jour. de Phys. LII, 287.

\*\*\*). Kirwan.

schwammige Mlaunerde läßt ihre Feuchtigkeit leicht fahren, allein die gallertartige hält sie fest an sich. Die schwammige Mlaunerde verliert, wenn sie geglüheth wird, 0,58 Theile dem Gewichte nach; die gallertartige nur 0,43. Wird die schwammige Mlaunerde einer Hitze von  $730^{\circ}$  nach Wedgwood's Pyrometer ausgesetzt, so verliert sie nicht mehr als 0,58; die gallertartige unter denselben Umständen nur 0,4826. Saussüre hat aber gezeigt, daß wenn beide bei einer Temperatur von  $60^{\circ}$  getrocknet werden, ihr Wassergehalt gleich sey.

Die Mlaunerde erleidet durch die Hitze der man sie aussetzt, eine Verminderung des Volumens, die mit der Intensität derselben im Verhältniß steht. Dieses Zusammenziehen scheint bei niedrigen Temperaturen, von dem Verlust an Feuchtigkeit herzurühren; hingegen bei höhern scheint es Folge der innigen Verbindung der Theilchen der Mlaunerde zu seyn; denn nachdem die Mlaunerde einer Temperatur von  $130^{\circ}$  nach Wedgwood's Pyrometer ausgesetzt worden, so verliert sie in einer noch so hohen Temperatur nicht merklich von ihrem Gewichte.

Wedgwoods Pyrometer. Wedgwood benutzte diese Eigenschaft der Mlaunerde zur Anfertigung eines Werkzeuges um hohe Grade der Hitze zu messen. Es bestehet aus Thoncyylinder von bestimmter Größe, und einem Apparate ihr Volumen auf das Genaueste zu messen. Ein solcher Thoncyylinder wird in das Feuer gelegt, und nach der Größe der Zusammenziehung welche er erleidet, die Intensität der Temperatur bestimmt \*). Das Zusammenziehen der Thoncyylinder wird

---

\*) Eine genaue Beschreibung dieses Werkzeuges findet man Phil. Trans. LXII, und LXIV.

vermittelst zweier messingenen Lineale die auf einer Platte befestigt sind, gemessen. Die Entfernung derselben beträgt an dem einen Ende 0,5 Zoll, an dem andern 0,3 Zoll; die Lineale selbst, sind genau 24 Zoll lang, und in 240 gleiche Theile, die Grade genannt werden, eingetheilt. Man fängt die Grade von dem Ende zu zählen an, wo die Lineale am weitesten von einander abstehen. Der erste drückt die Rothglühhitze, oder  $947^{\circ}$  Fahr. aus. Die Thoncyliner sind vorher der Rothglühhitze ausgesetzt worden, und füllen genau den Zwischenraum der mit 1 $^{\circ}$  bezeichnet ist. Sie bestehen nicht aus reiner Thonerde, sondern aus einem feinen weißen Thon.

Es ist ein übler Umstand bei diesem Werkzeuge, daß das Zusammenziehen dieser Cylinder nicht immer mit dem Grade der Hitze dem sie ausgesetzt worden, im Verhältnisse stehe: auch korrespondiren die verschiedenen Pyrometer nicht genau mit einander. Dessenungeachtet ist dieses Werkzeug schätzbar, und hat sehr viel zur Erweiterung unsrer Kenntniß beigetragen \*).

---

\*) Die Unsicherheit der Angaben von Wedgwood's Pyrometer haben neuerlich sowohl Riché (Jour. des Mines Germ. XI. N. 79. Vol. XIV. pag. 42 — 49., als Fourmy (Ibid. Fractidor XI. N. 84. Vol. XIV. pag. 423 — 437., beide übersetzt im Neuen allgem. Jour. der Chemie. B. II. H. VI. S. 637, 653) durch sehr gegründete Bemerkungen gezeigt. Ihre Versuche überzeugten sie, daß die verschiedenen Thoncyliner keine korrespondirenden Resultate gaben; daß verschiedene Thoncyliner, welche derselben Hitze ausgesetzt wurden, ganz verschiedene Grade anzeigten; und daß überhaupt die Angaben dieses Instrumentes keinesweges allein und unverändertlich von der Intensität der Wärme abhängen, und mit den verschiedenen Graden dieser Intensität im Verhältnisse stehen, sondern daß diese, von der Dauer der Hitze; von der größern oder geringern Genauigkeit, mit welcher

Wird die Maunerde einer heftigen Hitze, welche dadurch hervorgebracht wird, daß man einen Strom Sauerstoffgas auf glühende Kohlen streichen läßt, ausgesetzt, so erfährt sie einen Anfang des Schmelzens, und wird in ein weißes, halbdurchsichtiges, ausnehmend hartes Email verwandelt \*). Nach der Berechnung von Saussüre soll die Temperatur, bei welcher dieses erfolgt, gleich 1575° nach Wedgwood seyn \*\*).

4. Die Maunerde ist in Wasser beinahe völlig unauflöslich, sie läßt sich aber in demselben leicht vertheilen. Ihre Verwandtschaft zum Wasser ist übrigens sehr groß. Im gewöhnlichen Zustande enthält sie mehr als gleiche Theile, und läßt sich davon, wie gezeigt worden, nur mit Mühe trennen. Eben diese Verbindung der Maunerde mit Wasser absorbirt noch drittelhalbmal so viel Wasser, als ihr Gewicht beträgt, ohne daß etwas von demselben herausdringt. Die Maunerde hält überhaupt das Wasser fester an, als eine der bisher beschriebenen Erden. Beim Gefrierpunkte des Wassers zieht sie sich mehr zusammen, und läßt mehr Wasser fahren, als irgend eine andere Erde; ein Umstand, der für den Ackerbau nicht unwichtig ist \*\*\*).

Die blauen Pflanzenfarben werden durch die Maunerde nicht verändert. Man kann sie künstlich nicht zum Krystallisiren bringen; in der Natur findet man sie in schönen durch-

die Pyrometerstücke verfertigt worden, und von dem Verhältnisse der Bestandtheile im Thongemische, aus dem die Pyrometerstücke geformt sind u. s. w. modificirt werden. Anm. d. Heft.

\*) Morveau Jour. de l'Ecole Polytechnique III, 299.

\*\*\*) Jour. de Phys. 1794.

\*\*\*) Kirwan.

sichtigen Krystallen, die ausnehmend hart sind, und ein specifisches Gewicht gleich 4 haben. In diesem Zustande heißt sie Saphir †).

Wirkung des  
Sauerstoffes.

5. So weit unsre jetzigen Erfahrungen reichen, wirkt weder das Licht, noch der Sauerstoff auf diese Erde.

Der verbrenn-  
lichen Körper.

6. Keiner der einfachen brennbaren Stoffe verbindet sich mit derselben. Die Kohle geht mit ihr eine Vereinigung ein, und bildet eine Zusammensetzung von schwarzer Farbe \*), die häufig in der Natur vorkommt.

Der unver-  
brennlichen  
Stoffe.

7. Der Stickstoff wirkt auf die Maunerde nicht, die Salzsäure löst sie auf, und bildet mit ihr eine unkrystallisirbare Zusammensetzung, welche salzsaure Maunerde genannt wird.

Der Metalle.

8. Mit den Metallen geht die Maunerde keine Vereinigung ein, sie besitzt aber eine große Verwandtschaft zu den Metalloxyden, vorzüglich zu denen, welche mit einem Maximum von Sauerstoff verbunden sind. Einige dieser Zusammensetzungen werden in der Natur angetroffen. So kommt z. B. die Verbindung der Maunerde und des rothen Eisenoxyde als ein gelbes Pulver vor, das als Mahlerfarbe gebraucht, und Ocker genannt wird.

Der Alkalien.

9. Zwischen der Maunerde und den feuerbeständigen Alkalien findet eine große Verwandtschaft statt. Erhitzt man sie zusammen, so verbinden sie sich, und bilden eine

†) Nach den neuesten Versuchen von Chenevir ist der Saphir keine neue Erdenart, sondern enthält 5,25 Procent Kieselerde.  
Anm. d. Uebers.

\*) Nicholson's Journal II, 101.

lockere undurchsichtige Masse. Die tropfbar flüssigen Alkalien lösen die Alaunerde mit Hülfe der Wärme auf, und behalten sie aufgelöst. Gießt man eine Säure in die Auflösung, so fällt die Alaunerde unverändert zu Boden. Dieser Methode bedienen sich die Chemisten, um sich völlig reine Alaunerde zu verschaffen; denn die Alaunerde enthält, wenn sie nicht durch Alkali aufgelöst worden, stets etwas Eisenoxyde und Säure, welche die Eigenschaften derselben verhüllen. Das tropfbar flüssige Ammonium kann gleichfalls eine geringe Menge frisch gefällter Alaunerde auflösen.

Baryterde und 10. Die Baryterde und Strontianerde verbinden sich sowohl dann, wenn sie zusammen in einem Schmelztiigel erhitzt werden, als wenn sie zusammen gekocht werden, mit einander. Das Resultat ist im ersten Falle eine grünlich oder blaugefärbte Masse, die nur unvollkommen zusammenhängt; im zweiten Falle erhält man zwei Zusammensetzungen; die eine hat einen Ueberschuß von Alaunerde, und bleibt als ein unauslösliches Pulver zurück; die andere enthält einen Ueberschuß von Baryterde oder Strontianerde, und wird vom Wasser aufgelöst \*).

Kalkerde. Die Alaunerde äußert gegen die Kalkerde eine starke Verwandtschaft, und verbindet sich leicht durch Schmelzen mit ihr. Die Wirkung der Hitze auf verschiedene Mischungen aus Kalkerde und Alaunerde legt nachstehende Tabelle dar \*\*).

\*) Vanquelin Ann. de Chim. XXIX, 270.

\*\*\*) Kirwan.

Verhältnisse.	Temperaturen.	Wirkung.
75 Kalkerde 25 Alaunerde.	150° Wedg.	Nicht geschmolzen.
66 Kalkerde 33 Alaunerde	150° Wedg.	Blieb ein Pulver.
33 Kalkerde 66 Alaunerde	***).	Geschmolzen.
25 Kalkerde 75 Alaunerde	***).	Geschmolzen.
20 Kalkerde 80 Alaunerde	***).	Geschmolzen.

Bittererde und Alaunerde sind ohne alle Wirkung auf einander, wenn sie einer Temperatur von 150° nach Wedgwood's Pyrometer ausgesetzt werden \*).

Aus den Versuchen von Achar d ersieht man, daß keine Mischung aus Kalkerde, Bittererde und Alaunerde in welcher die Kalkerde vorwaltet, verglasbar ist, es sey dann, daß man ungefähr drei Theile Kalkerde, zwei Bittererde und einen Theil Alaunerde nehme; daß keine Mischung in welcher die Bittererde vorwaltet, bei einer Temperatur unter 166° schmelze; daß die Mischungen in welchen die Alaunerde den vorzüglichsten Bestandtheil ausmacht, im allgemeinen schmelzbar sind. Dieses macht nachstehende Tabelle anschaulich.

\*\*\*) Diese drei Versuche wurden von Ehrmann angestellt. Die Hitze wurde dadurch hervorgebracht, daß ein Strom Sauerstoffgas auf Kohlen geleitet wurde. Dieses ist die intensivste Hitze, die man bis jetzt hat hervorbringen können.

3 Maunerde.	Eine porcellanartige Masse.
2 Kalkerde.	
1 Bittererde.	
3 Maunerde.	Eine porcellanartige Masse.
1 Kalkerde.	
2 Bittererde.	
3 Maunerde.	Ein porbses Porcellan.
1 Kalkerde.	
3 Bittererde.	
3 Maunerde.	Ein porbses Porcellan.
2 Kalkerde.	
3 Bittererde.	
3 Maunerde.	Porcellan.
2 Kalkerde.	
2 Bittererde.	

Verwandtschaft  
ten.

Die Verwandtschaften der Maunerde sind  
folgende.

Schwefelsäure.	Zitronensäure.
Salpetersäure.	Phosphorsäure.
Salzsäure.	Milchsäure.
Kleesäure.	Benzoesäure.
Arseniksäure.	Essigsäure.
Flusssäure.	Boraxsäure.
Weinsteinsäure.	Schweflichte Säure.
Bernsteinsäure.	Kohlensäure.
Milchzuckersäure.	Blausäure.

Keine Erde ist für die Menschen so wichtig, als die Maunerde. Sie macht die Basis des Porcellans, Fayence, überhaupt alles irdenen Geschirres aus. Man verfertigt aus ihr

Schmelztiegel und Gefäße für solche Arbeiten wozu ein starker Feuersgrad erforderlich ist. Die Färber, Rattendrucker können ihrer nicht entbehren; die Walker, Fleckausmacher u. s. w. bedürfen ihrer zu ihren Berrichtungen u. s. w.

### Sechster Abschnitt.

#### W o n d e r G i t t e r e r d e .

Geschichte. Im Jahre 1787 fand der Hauptmann Arhens in den Steinbrüchen von Ytterby in Schweden ein bisher den Mineralogen unbekanntes Fossil. Es hat eine grünlich schwarze Farbe, und einen glasigen Bruch. Es wird vom Magnet gezogen, und ist so hart, daß es keine Eindrücke vom Messer annimmt. Es ist undurchsichtig, außer in kleinen Stücken, die einige gelbe Strahlen hindurchlassen. Sein specifisches Gewicht ist, 4,237 \*). Geyer in Crells Annalen vom Jahre 1788, und Rinmann in seinem Bergwerks-Lexikon, gaben davon eine Beschreibung.

Gadolin analysirte dieses Fossil im Jahre 1794, und entdeckte in demselben eine neue Erde. Ungeachtet aber diese Analyse in den Abhandlungen der schwedischen Akademie vom Jahre 1794, und in Crells Annalen vom Jahre 1796 bekannt gemacht wurde, so verstrich doch einige Zeit, ehe die Chemisten ihre Aufmerksamkeit darauf wendeten. Ekeberg bestätigte im Jahre 1797 die von Gadolin erhaltenen Resultate

---

\*) Gadolin Crells Annalen 1796. B. I, 313. Vauquelin Ann. de Chim. XXXVI, 146. Klaproth's Beiträge B. III, 38.

rate, und nannte diese neue Erde Yttererde\*\*). Diese Untersuchungen wurden im Jahre 1800 von *Vauquelin* †), und zu derselben Zeit von *Klaproth* wiederholt, und mehrere charakteristische Eigenschaften an derselben aufgefunden ††). Auch *Ekeberg* hat in den Abhandlungen der schwedischen Akademie vom Jahre 1802 †††) neuere Versuche über diese Erde bekannt gemacht, so daß die eigenthümliche Natur dieser Erde, bei so mannigfaltigen Untersuchungen, völlig außer Zweifel gesetzt ist.

Darstellung derselben. 1. Bis jetzt ist die Yttererde nur in zwei Körpern angetroffen worden. In dem schwarzen, von *Gadolin* zuerst untersuchten Fossil, dem daher einige auch den Namen *Gadolinit* gegeben haben. In diesem ist sie mit schwarzem Eisenoxyde und Kieselerde verbunden; dann in einem andern von *Ekeberg* untersuchten Fossil das *Ytrotantalit* genannt worden, und eine Zusammensetzung aus Yttererde und *Tantalium* ist.

Aus dem ersten, welches am häufigsten vorkommt, wird die Yttererde folgendermaßen ausgeschieden. Man zerreibt das Fossil zu Pulver, und behandelt es mit einer Mischung aus Salpetersäure und Salzsäure bis es gänzlich zersetzt ist. Hierauf wird die filtrirte Auflösung beinahe bis zur Trockene verdunstet, und alsdann mit Wasser verdünnt. Durch dieses Verfahren wird die Kieselerde abge-

\*\*) *Crells Annalen* 1799. B. II, 63.

†) *Ann. de Chim.* XXXVI, 145.

††) *Ann. de Chim.* XXXVII. *Klaproths Beiträge* B. III, 52.

†††) *Jour. de Chim.* III, 78.

schieden; die beim Filtriren der Flüssigkeit vom Filtrum zurückgehalten wird. Diejenige Flüssigkeit welche durch das Filtrum hindurchgeht, wird zur Trockene verdunstet, und der Rückstand in einem verschlossenen Gefäße, lange Zeit geglähet, denn in Wasser aufgelöst, und filtrirt. Was durch das Filtrum hindurchgeht ist farbenlos; wird es mit Ammonium behandelt, so fällt reine Ottererde zu Boden.

Eigenschaf-  
ten. 2. Die durch das beschriebene Verfahren erhaltene Ottererde, erscheint als ein weißes Pulver, welches weder Geruch noch Geschmack hat. Sie schmilzt bei der Einwirkung der Hitze nicht. Auf blaue Pflanzenfarben äußert sie keine Wirkung. Ihr specifisches Gewicht ist größer als das der andern Erden, indem es nach Ekeberg nicht weniger als 4,842 beträgt.

Sie ist in Wasser unaufslöblich; kann aber wie die Alaunerde einen beträchtlichen Antheil Wasser zurück behalten. Klaproth fand, daß 100 Theile Ottererde, die durch Ammonium aus Salzsäure gefällt, und bei einer niedrigen Temperatur getrocknet worden, wenn er sie im Schmelztiegel glühete, 31 Theile oder beinahe ein Drittheil ihres Gewichtes verloren. Dieser Verlust rührt ganz von dem entwichenen Wasser her.

In reinen Alkalien ist die Ottererde unaufslöblich, vom kohlensauren Ammonium und den übrigen kohlensauren Alkalien wird sie hingegen mit Leichtigkeit aufgelöst. Mit den Säuren verbindet sie sich, und bildet Salze, welche einen süßen, und doch dabei etwas herben Geschmack haben. Einige dieser Salze haben eine rothe Farbe. Die Ottererde ist bisher die einzige Erde, welche mit den Säuren gefärbte Salze bildet.

3. Die Yttererde wird vom Lichte nicht verändert, es ist auch nicht wahrscheinlich, daß sie sich mit dem Sauerstoff verbinde. Nach Klaproth's Versuchen vereinigt sie sich nicht leicht mit dem Schwefel; auch mit den andern brennbaren Stoffen scheint sie keine Vereinigung einzugehen.

Man kann es gleichfalls für ausgemacht annehmen, daß der Stickstoff sich nicht mit ihr verbinde, allein mit der Salzsäure vereinigt sie sich, und bildet mit ihr ein nicht krystallisirbares Salz. Ihre Wirkung auf die Metalle und die Metalloxyden ist noch nicht untersucht.

### Siebenter Abschnitt.

#### V o n d e r G l ü c i n e r d e .

Geschichte. Der Beryll ist ein durchsichtiger Stein von grünlicher Farbe, und ziemlicher Härte, der in Sibirien und in mehreren andern Gegenden gefunden wird. Bauquelin analysirte dieses Fossil im Jahre 1798 auf Hauy's Ansuchen, weil sich letzterer zu überzeugen wünschte, ob die chemische Analyse seine mineralogischen Vermuthungen, daß es mit dem Smaragd dieselben Bestandtheile habe, bewähren würde. Der Erfolg bestätigte diese Vermuthungen vollkommen, und führte zur Entdeckung einer neuen Erde, welcher Bauquelin den Namen Glücinerde gab \*). Die Versuche von Bauquelin wurden von Klaproth \*\*) und andern Chemisten wiederholt; welche dieselben Resultate erhielten.

\*) Anu. de Chim. XXVI, 155.

\*\*) Klaproth's Beiträge III, 315.

**Bereitung.** 1. Um die Glücinerde rein darzustellen, wird der Beryll oder Smaragd fein gerieben, und mit drei Theilen Kali dem Gewichte nach, geschmolzen. Die geschmolzene Masse wird mit Wasser aufgeweicht, und die Auflösung zur Trockne verdunstet. Der Rückstand wird mit einer beträchtlichen Menge Wasser übergossen, und das Ganze auf das Filtrum gebracht. Die Kieselerde welche mehr als die Hälfte von den Bestandtheilen des Berylls ausmacht, bleibt zurück, die Glücinerde hingegen bleibt mit den übrigen Erden in der Salzsäure aufgelöst. Diese Auflösung wird durch kohlensaures Kali gefällt, der Niederschlag ausgewaschen, und in Schwefelsäure aufgelöst. Die Auflösung wird zur gehörigen Konsistenz verdunstet, und zum Krystallisiren hingestellt. Es schießen nach und nach Alaunkrystallen an. Bilden sich keine mehr, so schüttet man in die Flüssigkeit ein Uebermaaß von kohlensaurem Ammonium, filtrirt und kocht sie einige Zeit. Es fällt hierauf nach und nach ein weißes Pulver nieder, welches Glücinerde ist.

**Eigenschaften.** 2. Die durch das angegebene Verfahren erhaltene Glücinerde ist ein sanftes, leichtes, weißes Pulver, das weder Geruch noch Geschmack hat, und die Eigenschaft besitzt, stark an der Zunge zu hängen. Auf die blauen Pflanzensäfte ist sie ohne Wirkung. Sie ist völlig unschmelzbar, erhärtet nicht, und zieht sich auch nicht in der Hitze zusammen, wie es mit der Alaunerde der Fall ist. Ihr specifisches Gewicht ist 2,967<sup>2</sup>).

Im Wasser ist sie unauf löslich, sie bildet aber mit einer geringen Menge dieser Flüssigkeit einen Teig, der einen gewissen Grad der Ziehbarkeit hat.

\*) Ekeberg Ann. de Chim. XLIII, 277.

3. Sie verbindet sich weder mit dem Sauerstoff, noch mit einem der einfachen brennbaren Stoffe; allein das schwefelhaltige Wasserstoffgas löset sie auf, und bildet mit ihr eine wasserstoffschwefelhaltige Zusammensetzung, die in ihren Eigenschaften mit andern wasserstoffschwefelhaltigen Verbindungen übereinkommt \*).

4. Der Stickstoff äußert keine Wirkung auf die Glücinerde; die Salzsäure hingegen löset sie auf, und bildet mit ihr ein Salz von süßem Geschmacke, das salzsaure Glücinerde genannt wird.

5. Die feuerbeständigen flüssigen Alkalien lösen die Glücinerde auf, hierin kommt sie mit der Maunerde überein. Im Ammonium ist sie unauslöslich, im kohlenfauren Ammonium hingegen auslöslich, dadurch nähert sie sich der Uttererde; sie ist aber ungefähr fünfmal auslöslicher in kohlenfaurem Ammonium als diese Erde.

Sie verbindet sich mit den Säuren und bildet mit ihnen süßschmeckende Salze \*\*), so wie es mit der Uttererde der Fall ist.

### Achter Abschnitt.

#### S o n d e r Z i r k o n e r d e .

Geschichte. Unter den Edelsteinen, welche aus Ceylon zu uns kommen, giebt es einen, welcher Zirkon heißt, und sich durch folgende Eigenschaften auszeichnet.

\*) Fourcroy Syst. II, 159.

\*\*\*) Daher der Name Glücinerde, Süßerde, von γλυκος, süß.

Er kommt von verschiedenen Farben vor, grau, grünlichweiß, gelblich, röthlich braun und violet. Oft ist er in rechtwinklichen vierseitigen Prismen mit pyramidalen Endspitzen, oder in Oktaëdern die aus doppelten vierseitigen Pyramiden bestehen, krystallisirt. Gewöhnlich besitzt er ziemlich viel Glanz, wenigstens im Innern. Häufig ist er halbdurchsichtig. Seine Härte ist von 10 bis 16; sein specifisches Gewicht von 4,416 bis 4,7.

In der Schmelzhitze erleidet er keinen bemerkbaren Verlust, denn Klaproth, welcher den Zirkon im Jahre 1789 analysirte, fand daß 300 Gran, die er anderthalb Stunden lang einem Schmelzfeuer ausgesetzt hatte, nur ein Viertel Gran leichter als vorher waren \*). Die Salzsäure und Schwefelsäure griffen den Zirkon, selbst bei Mitwirkung der Hitze, nicht an. Durch Glühen mit einer beträchtlichen Menge Natrum gelang es ihm den Zirkon in Salzsäure aufzulösen, und folgendes Verhältniß der Bestandtheile für hundert Theile desselben festzusetzen:

31,5	Kieselerde
0,5	Eisen- und Nickeloxyde
68	einer neuen Erde

---

100,0.

Der neuen Erde gab Klaproth den Namen Zirkonerde, von dem Fossil in welchem er dieselbe entdeckt hatte.

Wahrscheinlich war die Seltenheit des Fossils Ursache, daß Klaproths Versuche nicht von andern wiederholt wurden. Im Jahre 1795 machte Klaproth eine chemische Analyse des Hyacinthes bekannt, von dem gleich-

---

\*) Beiträge V. I. S. 204.

falls die Zirkonerde einen vorzüglichen Bestandtheil ausmacht, und forderte andre Chemisten auf, diesem Gegenstande ihre Aufmerksamkeit zu schenken †). Dieses veranlaßte G u y t o n M o r v e a u im Jahre 1796 die Hyacinthen von E x p a i l l y in Frankreich zu untersuchen. Sie kamen in Rücksicht ihrer Bestandtheile mit denen aus Ceylon überein, und bestätigten Klaproth's Analyse vollkommen \*). Diese Versuche wurden von Bauquelin wiederholt, der die Natur dieser Erde noch genauer kennen lehrte \*\*).

**Bereitung.** 1. Bis jetzt ist die Zirkonerde nur im Zirkon und Hyacinth gefunden worden. Sie läßt sich durch folgendes Verfahren rein abscheiden. Das Fossil wird zu einem feinen Pulver zerrieben, mit drei Theilen Kali dem Gewichte nach vermischt, und in einem Schmelztiigel geschmolzen. Die geschmolzene Masse wird mit destillirtem Wasser so lange übergossen, als dieses noch etwas aufnimmt, und alsdann vom Rückstand das in verdünnter Salzsäure Auflösliche aufgeldet. Die Auflösung wird gekocht, um damit, wosfern etwas Kiesel Erde aufgelöst worden, diese zu Boden falle. Die Flüssigkeit wird hierauf filtrirt, und derselben Kali zugesetzt, worauf sich die Zirkonerde als ein weißes Pulver niederschlägt.

**Eigenschaft.** 2. Die auf die angegebene Art bereitete Zirkonerde, hat die Gestalt eines feinen weißen Pulvers, das, wenn es zwischen den Fingern gerieben wird, sich etwas rauh anfühlt. Sie hat weder Geruch noch Geschmack. Vor dem Löthrohre ist sie unschmelzbar. Im Kohlentiegel

†) Ebend. S. 231.

\*) Ann. de Chim. XXI. 72.

\*\*\*) Ibid. XXII, 153. et Jour. de Min. An V. 97.

erleidet sie eine Art unvollkommner Schmelzung, nimmt eine graue Farbe, und ein etwas porcellanartiges Ansehen an. In diesem Zustande ist sie sehr hart; ihr specifisches Gewicht ist dann 4,3, und sie ist nicht länger in Säuren auflöslich.

Die Zirkonerde ist in Wasser unauflöslich; sie hat aber eine beträchtliche Verwandtschaft zu dieser Flüssigkeit. Wird sie, nachdem sie aus einer Auflösung gefällt worden, getrocknet, so behält sie ungefähr den dritten Theil ihres Gewichtes an Wasser zurück, nimmt eine gelbe Farbe und einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit an, wodurch sie dem arabischen Gummi sehr ähnlich wird \*).

3. Mit dem Sauerstoffe, den einfachen brennbaren Stoffen, dem Stickstoffe, den Metallen, verbindet sie sich nicht; zu verschiedenen metallischen Oxyden, vorzüglich zu dem Eisenoxyde, hat sie eine beträchtliche Verwandtschaft, daher läßt sie sich schwer von denselben trennen.

In tropfbar flüssigen Alkalien ist die Zirkonerde unauflöslich, sie läßt sich auch nicht mit ihnen zusammenschmelzen; in den kohlen sauren Alkalien ist sie hingegen auflöslich.

4. Es fehlt fast noch ganz an Versuchen, um ihre Verwandtschaft gegen die verschiedenen Erden bestimmen zu können. So viel weiß man, daß eine Mischung aus Mauererde und Zirkonerde in Fluß kommt.

Die Zirkonerde verbindet sich mit allen Säuren, und bildet Salze, die einen eigenen abstringirenden Geschmack haben, und von denen einige im Wasser unauflöslich sind. Die Ordnung der Verwandtschaften, so weit sie bis jetzt ausgemittelt worden ist, ist folgende:

---

\*) Vauquelin Ann. de Chim. XXII, 158.

Vegetabilische Säuren.

Schwefelsäure.

Salzsäure.

Salpetersäure.

Bis jetzt ist von dieser Erde keine Anwendung gemacht worden. Ihre Seltenheit, und die Schwierigkeit sie rein darzustellen, machen es vor der Hand unmöglich, sie für Künste und Gewerbe zu benutzen.

### Neunter Abschnitt.

#### V O N D E R K I E S E L E R D E .

Geschichte: Fast an allen Orten wird ein weißer harter Stein gefunden, welcher Quarz heißt. Zuweilen ist er durchsichtig und krystallisirt; dann wird er Bergkrystall genannt. Häufig kommt er als Sand vor. Da dieser Stein und mehrere andre, welche ihm ähneln, als Feuerstein, Agat, Chalcedon, die Eigenschaft besitzen, wenn sie mit feuerbeständigen Alkalien geschmolzen werden, zu Glas zu schmelzen, so führten sie die Mineralogen sonst unterdem Namen der verglasbaren Steine auf. Pott, der im Jahre 1746 zuerst ihre Eigenschaften genauer beschrieb, nannte sie kieselerde Steine, weil er annahm, daß sie vorzüglich aus einer Erde, die Kieselerde genannt wird, bestehen. Glauber kannte diese Erde, und beschreibt die Art, wie sie erhalten werden kann; doch verstrich eine geraume Zeit, ehe man die Eigenschaften derselben kennen lernte. (Geoffroy \*)

\*) Mem. Par. 1746. p. 286.

suchte zu beweisen, daß sie sich in Kalkerde, Pott \*) und Baumé \*\*), daß sie sich in Maunerde verwandeln lasse; diese Behauptungen wurden aber von Cartheuser \*\*\*) , Scheele †) und Bergmann ††) widerlegt. Dem letztern der genannten Chemisten ist man die erste genaue Auseinandersetzung der Eigenschaften dieser Erde schuldig †††).

Darstellung. 1. Man kann die Kieselerde durch folgendes Verfahren rein darstellen. Ein Theil fein geriebener Feuerstein oder Quarz wird mit drei Theilen Kali gemischt, und in einem Schmelztiegel geschmolzen. Die geschmolzene Masse wird in Wasser aufgeloßt, das Kali mit Salzsäure gesättigt, und bis zur Trockene verdunstet. Gegen das Ende des Verdunstens nimmt die Flüssigkeit die Gestalt einer Gallerte an; und wenn alle Feuchtigkeit fortgetrieben ist, bleibt eine weiße Masse zurück. Diese wird mit vielem Wasser ausgewaschen, und getrocknet, sie ist Kieselerde im Zustande der Reinheit.

Eigenschaften. 2. Die auf dem angegebenen Wege erhaltene Kieselerde ist ein feines weißes Pulver ohne Geschmack und Geruch. Ihre Theilchen fühlen sich rauh an, als wenn sie aus kleinen Sandkörnchen bestünden. Ihr spezifisches Gewicht ist 2,66 ††††).

Man kann sie einem sehr heftigen Feuer aussetzen, ohne daß sie eine Veränderung erleidet. Lavoisier und Mor-

\*) Lithogn. p. 3. Praef.

\*\*) Mem. de Chim.

\*\*\*) Miner. Abb.

†) Schéele phys. chem. Schr. B. II. S. 156 ff.

††) Opusc. V, 59.

†††) Opusc. II, 26.

††††) Kirwan.

veau bedienten sich eines mit Sauerstoffgas genährten Feuers, und fanden, daß es keine Wirkung auf sie hervorbrachte (\*\*). Saurfüre bewirkte mit dem Ldthrohre das Schmelzen eines so kleinen Theilchens, daß es ohne Vergrößerungsglas kaum zu erkennen war. Nach seiner Berechnung muß die Temperatur, welche diese Wirkung hervorbringen soll, gleich  $4043^{\circ}$  nach Wedgwoods Pyrometer seyn.

Wirkung des Wassers. 3. Sie ist im Wasser unaufslöblich, es sey dann, daß sie frisch gefällt worden; dann lösen 1000 Theile Wasser, einen Theil derselben auf (\*\*). Auf die Pflanzenfarben ist sie ohne Wirkung.

Sie absorbirt ungefähr ein Biertheil ihres Gewichts an Wasser, ohne daß davon ein Tropfen herausbringt; wird sie aber der Luft ausgesetzt, so verdunstet das Wasser sehr schnell †). Wird sie vom Kali mit Hülfe der Salzsäure und langsamen Verdunsten getrennt, so hält sie eine beträchtliche Menge Wasser an sich, und bildet damit eine durchsichtige Gallerte, diese Feuchtigkeit verdunstet nach und nach an der Luft.

Die Kieselerde läßt sich mit einer geringen Menge Wasser zu einem Teige machen; dieser Teig besitzt nicht die mindeste Ziehbarkeit, und bildet eine lockre, zerreibliche, unzusammenhängende Masse \*).

Die Kieselerde kann krystallisiren. Die Krystallisationen derselben, welche unter dem Namen des Bergkrystalls bekannt sind, werden an sehr vielen Orten angetroffen. Wenn sie vödlig rein sind, so sind sie durchsichtig und farbenlos wie

\*\*\*) Jour. de l'Ecole Polyt. III, 299.

\*\*\*\*) Kirwan.

†) Ebd.

\*) Scheele.

Glas. Die Krystallenform ist sehr mannigfaltig; die gewöhnliche Gestalt ist das sechsseitige Prisma mit sechsseitigen pyramidalen Endspitzen, die Winkel der Prismen korrespondiren mit denen der Pyramiden. Die Härte der Krystalle ist beträchtlich und beträgt 11. Ihr specifisches Gewicht ist 2,653 \*).

Es giebt zwei Wege diese Krystalle durch Kunst nachzuahmen. Der erste wurde durch Bergmann entdeckt. Er löste Kieselerde in Flußsäure auf, und ließ die Auflösung zwei Jahre lang ruhig stehen. Er fand auf dem Boden des Gefäßes eine Menge von Krystallen meistens von unregelmäßiger Gestalt, einige derselben waren Würfel mit abgestumpften Winkeln. Sie waren hart, allein in Ansehung der Härte mit dem Bergkrystall nicht zu vergleichen \*\*).

Ein andres Verfahren wurde durch den Zufall entdeckt. Professor Seigling zu Erfurt hatte Kieselfeuchtigkeit bereitet, die mehr als gewöhnlich mit Wasser verdünnt war, und einen Ueberschuß von Alkali enthielt. Sie blieb acht Jahre lang in einem nur mit Papier bedeckten Glase ruhig stehen. Da ihm das Glas zufällig in die Hand kam, so bemerkte er in demselben eine beträchtliche Menge Krystalle. Er überschickte das Ganze an Trommsdorf zur ferneren Untersuchung. Die noch übrige Flüssigkeit betrug ungefähr zwei Unzen. Die Oberfläche derselben war mit einer durchsichtigen Rinde bedeckt, die so fest war, daß man das Gefäß umkehren konnte, ohne daß etwas von der Flüssigkeit heraus lief. Auf dem Boden des Gefäßes waren Krystalle angeschossen, die bei der Untersuchung sich wie kohlensaures

---

\*) Kirwan.

\*\*) Bergm. Opusc. II, 32.

und schwefelsaures Kali verhielten. Die auf der Oberfläche befindliche Rinde bestand zum Theil aus kohlensaurem Kali, zum Theil aus krystallisirter Kieselerde. Die Krystalle der letztern waren vierseitige Pyramiden in Gruppen zusammengehäuft, vollkommen durchsichtig, und so hart, daß sie mit dem Stahle Funken gaben.

Wirkung der  
einfachen Stoffe.  
4. Die Kieselerde verbindet sich weder mit dem Sauerstoffe, noch mit den einfachen brennbaren Stoffen, noch mit den Metallen, allein mit mehreren metallischen Oxyden läßt sie sich durch Schmelzen vereinigen, und bildet mit ihnen gefärbte Gläser und Emails.

5. Der Stickstoff äußert keine Wirkung auf die Kieselerde. Die Salzsäure wirkt auf die reine Kieselerde nicht; ist sie hingegen mit einem Ueberschuß von Alkali verbunden, so löst die Salzsäure diese Zusammensetzungen auf, und bildet eine beständige Auflösung. Wird die Auflösung concentrirt, so scheidet sich die Kieselerde in Gestalt einer Gallerte aus.

Wirkung der Alkalien.  
6. Zwischen den feuerbeständigen Alkalien und der Kieselerde findet eine große Verwandtschaft statt. Man kann eine Verbindung zwischen ihnen bewirken, wenn man sie entweder in einem Schmelztiegel schmilzt, oder die Kieselerde mit tropfbar flüssigem Alkali kocht. Uebertrifft die Menge des Kali, die der Kieselerde beträchtlich, so ist die Zusammensetzung in Wasser auflöslich, und bildet das was sonst Kieselfeuchtigkeit (Liquor silicum) jetzt kieselhaltiges Kali oder Natrum genannt wird. Waltet die Kieselerde vor, so ist die Zusammensetzung durchsichtig und farblos wie Bergkrystall, und es wirken weder Wasser, noch Luft und Säuren (mit Ausnahme einer einzigen) auf sie.

Dieses ist die unter dem Namen des Glases bekannte Substanz.

Weder das gasförmige noch das tropfbarflüssige Ammonium wirken auf die Kieselerde.

Der Baryterde. 7. Zwischen der Baryterde und Kieselerde findet eine große Verwandtschaft statt. Gießt man in eine Auflösung der Kieselerde in Kali Barytwasser, so erfolgt ein Niederschlag, den Morveau für eine Verbindung der Baryterde mit der Kieselerde hält \*). Baryterde und Kieselerde lassen sich auch auf trockenem Wege durch Schmelzen mit einander verbinden. Die Zusammensetzung hat eine grünliche Farbe, und hängt nur unvollkommen zusammen \*\*). Die Wirkung der Hitze auf mehrere Mischungen aus Baryterde und Kieselerde enthalten folgende Versuche von Kirwan.

Verhältnisse.	Temperatur.	Wirkung.
80 Kieselerde. 20 Baryterde.	150° Wedgw.	Eine weiße spröde Masse.
75 Kieselerde. 25 Baryterde.	150° Wedgw.	Eine spröde harte Masse, die an den Ecken halb durchsichtig ist.
66 Kieselerde. 33 Baryterde.	150° Wedgw.	Schmolz zu einer harten etwas porösen porcellanartigen Masse.
50 Kieselerde. 50 Baryterde.	148° Wedgw.	Eine harte nicht geschmolzene Masse.

\*) Morveau Ann. de Chim. XXXI, 250.

\*\*\*) Vauquelin Ann. de Chim. XXIX, 271.

(Fortsetzung der Tabelle.)

Verhältnisse.	Temperatur.	Wirkung.
20 Kieselerde. 80 Baryterde.	148° Wedgw.	Die Ecken waren zu einer blos grünlichen Masse, die ein Mittelding zwischen Porcellan und Email war, geschmolzen.
25 Kieselerde. 75 Baryterde.	150° Wedgw.	Schmolz zu einer etwas poröfen und porcellanartigen Masse.
33 Kieselerde. 66 Baryterde.	150° Wedgw.	Schmolz zu einem gelblich, zum Theil grünlich weißen porösen Porcellan.

Strontianerde. Strontianerde und Kieselerde verbinden sich mit einander fast auf dieselbe Art.

Kalkerde. Auch zwischen der Kalkerde und Kieselerde findet eine Verwandtschaft statt. Wird Kalkwasser in eine Auflösung der Kieselerde in Kali geschüttet, so erfolgt, wie Stucke beobachtet hat, ein Niederschlag. Dieser ist eine Zusammensetzung aus Kieselerde und Kalkerde \*). Auch durch Einwirkung der Hitze läßt sich eine Vereinigung beider Erden bewerkstelligen. Ist die Menge der Kalkerde nicht geringer, als die der Kieselerde; so bilden sie ein Glas. Die Wirkung der Hitze auf Mischungen aus diesen beiden Erden in verschiedenen Verhältnissen, zeigen folgende Versuche von Kirwan.

\*) Lavoisier Mem. Par. 1787. p. 598.

Verhältnisse.	Temperatur.	Wirkung.
50 Kalkerde. 50 Kieselerde.	150° Wedgw.	Schmolz zu einer weißen, an den Ecken halb durchsichtigen Masse, die, wiewohl nur schwach, mit dem Stahle Funken gab; sie war ein Mittelding zwischen Porcellan und Email.
80 Kalkerde. 20 Kieselerde.	156° Wedgw.	Ein gelblich weißes lockeres Pulver.
20 Kalkerde. 80 Kieselerde.	156° Wedgw.	Nicht geschmolzen; bildete eine spröde Masse.

Bittererde. Gleiche Theile Bittererde und Kieselerde schmelzen, wiewohl äußerst schwierig bei einer so heftigen Hitze als nur hervorgebracht werden kann, zu einem weißen Email \*). Bei niederen Temperaturen, bleiben die Mischungen aus diesen Erden, in welchen Verhältnissen sie auch gemacht wurden, ungeschmolzen \*\*).

Zwischen Kieselerde und Alaunerde findet eine große Verwandtschaft statt. Werden gleiche Theile von kieselerdehaltigem und alaunerdehaltigem Kali mit einander vermischt, so bildet sich augenblicklich ein brauner Ring, der beim Schütteln, durch die ganze Flüssigkeit hindurchgeht. Hat die Mischung ungefähr eine Stunde gestanden, so nimmt sie die Konsistenz einer Gallerte an \*). Macht man aus beiden Erden mit Wasser einen Teig, so nimmt dieser beim Trocknen eine

\*) Lavoisier Mem. Par. 1787. p. 598.

\*\*\*) Achard Mem. Berl. 1780. p. 33.

†) Morveau Ann. de Chim. XXXI, 249.

eine ziemliche Härte und Festigkeit an. Brennt man ihn bei einer Temperatur von  $160^{\circ}$  Wedgwood, so wird es ausnehmend hart, schmilzt aber nicht \*). Uchar d fand die Mischungen aus diesen beiden Erden in jedem Verhältnisse bei einer Temperatur die wahrscheinlich wenig niedriger war, als  $150^{\circ}$  nach Wedgwood, unschmelzbar. Werden sie aber einem sehr heftigen Feuersgrade ausgesetzt, so werden sie in eine Art undurchsichtigen Glases, oder vielmehr Emails verwandelt. Porcellan, Fayence, Ziegeln und andre ähnliche Substanzen, bestehen größtentheils aus dieser Zusammensetzung. Mischungen aus Kieselerde und Maunerde in verschiedenen Verhältnissen machen die Thonarten aus; allein diese enthalten außerdem noch andere Bestandtheile.

Aus Uchar d's Versuchen folgt, daß gleiche Theile Kalkerde, Bittererde und Kieselerde, zu einem grünlichen Glase fließen, das mit dem Stahle Funken giebt: ist die Menge der Bittererde größer, als die Menge jeder der beiden übrigen Erden; so kommt die Mischung nicht in Fluß; waltet die Kieselerde vor, so schmilzt die Mischung selten; außer in dem Falle, wenn drei Theile Kieselerde, zwei Theile Kalkerde und ein Theil Bittererde genommen werden, wo ein Porcellan erhalten wurde; waltet die Kalkerde vor, so ist die Mischung gewöhnlich schmelzbar \*\*).

Eine Mischung aus Kieselerde und Maunerde, kann vermittlest der Hitze mit Baryterde oder Strontianerde verbunden werden, die Mischung schmilzt leicht zu einem grünlich gefärbten Porcellan \*\*\*).

\*) Kirwan.  
Phys. XXIV.

\*\*) Mem. Berl. 1780. p. 35. et Jour de

\*\*\*) Kirwan.

Ncharb und Kirwan fanden bei ihren Versuchen, daß Mischungen aus Kiesel-erde, Kalkerde und Maunerde in dem Falle, wenn die Kalkerde vorwaltete, Mischungen gaben, die zu Glas oder Porcellan schmolzen. Die einzigen Verhältnisse, welche unschmelzbare Mischungen lieferten, waren

2	3	Kalkerde.
1	1	Kiesel-erde.
2	2	Maunerde.

Waltete die Kiesel-erde vor, so schmolz die Mischung gewöhnlich zu einem Email oder Porcellan, zuweilen auch zu einem Glase; waltete hingegen die Maunerde vor, so wurde in vielen Fällen zwar ein Porcellan, allein kein Glas erhalten \*).

Mischungen aus Bittererde, Kiesel-erde und Maunerde, schmelzen, wenn die Bittererde vorwaltet, bei einer Temperatur von 150° nicht. Waltet die Kiesel-erde vor, so wird oft ein Porcellan erhalten; drei Theile Kiesel-erde, zwei Bittererde und ein Theil Maunerde bilden ein Glas. Waltet die Maunerde vor, so wird immer nur ein Porcellan erhalten \*\*).

Ncharb konnte eine Mischung aus gleichen Theilen Kalkerde, Bittererde, Kiesel-erde und Maunerde zu Glas schmelzen. Diese vier Erden schmolzen auch noch in andern Verhältnissen, vorzüglich wenn die Kiesel-erde vorwaltete.

Die Kiesel-erde unterscheidet sich von den übrigen Erden dadurch, daß sie sich, außer mit der Flußsäure, Phosphor-

\*) Kirwan.

\*\*) Eben.

säure und Borarsäure, denen vielleicht noch die Salzsäure beizufügen wäre, mit keiner andern Säure verbindet.

Die Kieselerde gehört zu den wichtigsten Erden. Sie ist ein Hauptbestandtheil derjenigen Steine, welche die Grundlage unsers Erdballs ausmachen. Sie ist ein wesentlicher Bestandtheil des Mörtels, aller Arten Steingut, des Glases u. s. w.

### Zehnter Abschnitt.

Allgemeine Bemerkungen über die Alkalien und Erden.

Feuerbeständige Alkalien und Erden. Die feuerbeständigen Alkalien und Erden machen in der Ordnung, in welcher sie in den vorhergehenden Abschnitten beschrieben worden, eine regelmäßige Reihe aus. Der Unterschied zwischen dem Kali und der Kieselerde, welche die beiden äußersten Punkte derselben sind, ist sehr beträchtlich, dahingegen der, zwischen zwei von diesen Substanzen, die unmittelbar auf einander folgen, äußerst gering ist. Die Waryterde z. B. kommt in so vielen Eigenschaften mit den feuerbeständigen Alkalien überein, daß man sie süglich denselben beizählen könnte, wie dieses Fourcroy auch wirklich gethan hat. Dasselbe gilt von der Strontianerde. Mit der Kalkerde kommen diese beiden Erden wiederum in so manchen Stücken überein, daß die meisten Chemisten sie zusammengestellt haben. Vergleicht man die Kalkerde mit der Bittererde; so findet man zwischen ihnen eine große Annäherung in ihren Eigenschaften; so ähnelt die Bittererde der Mauererde, und der Unterschied zwischen Mauererde, Uttererde und Glücinerde ist nur gering. Uttererde und Glücinerde

unterscheiden sich wenig von der Zirkonerde, während die Uebereinstimmung zwischen dieser und der Kieselerde nicht weniger einleuchtet.

Gehören zu einer Klasse. Vielleicht sollte man streng genommen, die Erden und Alkalien unter eine allgemeine Klasse bringen: allein die Eintheilung derselben in Alkalien und Erden wurde in einem früheren Zeitpunkte gemacht, wo man mit den Eigenschaften der Körper, die in verschiedene Klassen geordnet wurden, noch nicht gehörig bekannt war. Die einmal gemachte Eintheilung wurde beibehalten, ungeachtet es schwer fällt zu bestimmen, welche Substanzen jeder bestimmten Klasse angehören. Glücklicher Weise ist dieser Punkt von keiner großen Wichtigkeit.

Ich bin in den vorhergehenden Abschnitten der ältern Eintheilung gefolgt. Einige der neuern Chemisten, insbesondere Fourcroy, zählen die Baryterde und Strontianerde zu den Alkalien. Da die Eintheilung dieser Naturkörper in Erden und Alkalien ganz willkürlich ist, so kann diese Anordnung nicht getadelt werden. Setzt man aber die Baryterde und Strontianerde unter die Alkalien, so kann man die Kalkerde nicht ausschließen; denn die Baryterde und Strontianerde besitzen keine einzige alkalische Eigenschaft, welche nicht auch der Kalkerde eigen wäre. Zählt man aber die Kalkerde zu den Alkalien, so kann die Bittererde von ihnen nicht süglich getrennt werden. Eigentlich gehen diese Körper durch unmerkliche Grade in einander über, so daß es äußerst schwer wird, eine bestimmte Grenzlinie zwischen ihnen zu ziehen. Dieß ist ein hinreichender Grund, die gewöhnliche, der neuen von Fourcroy beliebten Eintheilung vorzuziehen.

Unterschied zwis-  
schen Alkalien  
und Erden.

Zählt man nur allein Kali, Natrum und Ammonium zu den Alkalien, alle übrigen hingegen zu den Erden, so lassen sich folgende Unterschiede zwischen beiden festsetzen, welches nicht mehr der Fall ist, wenn die Baryterde und Strontianerde zu den Alkalien gerechnet werden.

Die wesentlichen Eigenschaften der Alkalien sind dann folgende.

1. Sie lassen sich verflüchtigen.
2. Sind in Alkohol auflöslich.
3. Die Zusammensetzungen, welche sie mit der Kohlensäure und den Oelen bilden, sind in Wasser auflöslich.

Die charakteristischen Eigenschaften der Erden sind:

1. Sie sind vollkommen feuerbeständig.
2. Sind in Alkohol unauflöslich.
3. Die Verbindungen, welche sie mit der Kohlensäure und den Oelen eingehen, sind in Wasser unauflöslich.

Die Erden lassen sich füglich wiederum in zwei subordinirte Genera eintheilen: in alkalische Erden; und in Erden im engern Sinne des Wortes. Die alkalischen Erden sind: die Baryterde, Strontianerde und Kalkerde. Sie kommen mit den Alkalien im Geschmack, in der Kausticität, Auflöslichkeit in Wasser, und der Wirkung auf die Pflanzenfarben überein. Die Erden im engern Sinne des Wortes, sind: die Alaunerde, Yttererde, Glücinerde, Zirkonerde und Kieselerde. Sie erregen keine Geschmacks-

---

\*) Dies muß mit gewissen Einschränkungen verstanden werden; denn nach Fourcroy und Bauquelin löset der Alkohol eine beträchtliche Menge frisch bereiteter Baryterde auf. Mem. de l'Inst. nat. II, 61.

empfindung, sind in Wasser unaufslöblich, und äußern keine Wirkung auf die Pflanzenfarben. Die Bittererde ist das Band, welches diese beiden untergeordneten Geschlechter verbindet, indem sie die Eigenschaften beider an sich trägt. Sie färbt wie die alkalischen Erden die blauen Pflanzenfarben grün, und ist wie die Erden im engeren Sinne des Wortes, ohne Geschmack und unaufslöblich in Wasser. Einige der vorzüglichsten Eigenschaften der Erden, enthält folgende Tabelle \*).

Erden.	Aufslöblichkeit in einem Theile Wasser.	Färben blaue Pflanzenfärbung grün.	Aufslöblich in Kali.	Aufslösl. in kohlensaurem Kali.	Aufslöblich in kohlensaurem Ammonium.	Aufslöblich in Salzsäure †).	Werden durch kohlensaures Kali gefällt.	Werden durch Gerbestoff gefällt.	Werden durch die Hydroflußsäure gefällt.	Werden durch die kohlensauren Salze gefällt.
Barnterde	0,050	1				1				1
Strontianerde	0,005	2				2				2
Kalferde	0,002	3				3				3
Bittererde	0,000	4				4				
Krauerde	0,000		1			5		1		
Bittererde	0,000			1	1	6	1	1		
Blückererde	0,000		2	2	2	7		2		4
Zirkonerde	0,000			3		8	2	3	2	
Kieselerde	0,000		3							

\*) In diese Tabelle sind mehrere Eigenschaften aufgenommen worden, mit denen der Leser erst in den folgenden Abschnitten bekannt werden wird. Ich hielt es aber für rathsam, sie hier anzuführen, damit die Tabelle die wichtigsten Eigenschaften der Erden in sich fassen möchte.

†) Nachdem sie gefällt worden sind.

Es verdient bemerkt zu werden, daß eine beträchtliche Menge dieser Körper sich in Paare theilen läßt, die eine auffallende Aehnlichkeit mit einander haben. — Diese Paare sind:

- |   |   |                |
|---|---|----------------|
| 1 | { | Kali.          |
|   | { | Natrum.        |
| 2 | { | Baryterde.     |
|   | { | Strontianerde. |
| 3 | { | Yttererde.     |
|   | { | Glücinerde.    |
| 4 | { | Ulaunerde.     |
|   | { | Zirkonerde.    |

Die Aehnlichkeit zwischen Ulaunerde und Zirkonerde, welche das letzte Paar ausmachen, ist nicht so auffallend, als die Aehnlichkeit derjenigen Erden, welche die andern Paare bilden. Das Ammonium, die Bittererde und Kieselerde haben keine ihnen korrespondirenden Erden.

Alle Erden, mit Ausnahme der Kieselerde, verbinden sich mit Säuren. Keine dieser Substanzen, das Ammonium ausgenommen, welches aber auch nur dann, wenn es zerlegt wird, verbrennlich ist, ist verbrennlich; es kann sich daher auch keine derselben mit Sauerstoff verbinden. Auch mit Kohle, Wasserstoff und Stickstoff gehen sie keine Vereinigung ein. Die Alkalien und alkalischen Erden vereinigen sich mit dem Schwefel; mit dem Phosphor verbinden sich allein die alkalischen Erden: weder Alkalien noch Erden gehen mit den Metallen eine Vereinigung ein; allein sie haben Verwandtschaft zu mehreren metallischen Oxyden.

Bestandtheile Da bis jetzt noch keine dieser Erden zerlegt derselben. worden ist, so müssen sie bei dem jetzigen Zustande der Chemie für einfache Körper gehalten werden. Man

hat zwar mehrere Versuche gemacht, um zu zeigen, daß es nur eine Erde in der Natur gäbe, und daß alle übrigen nur Modifikationen derselben wären. Diejenige Erde, welche allgemein für die einfachste gehalten wurde, war die Kiesel-erde \*). Allein keiner dieser Versuche, ungeachtet mehrere Chemisten bei Anstellung derselben äußerst scharfsinnig zu Werke gingen, ist von einem glücklichen Erfolge begleitet gewesen.

Vor einiger Zeit wollte man darthun, daß alle Erden metallische Dryden wären, und daß sie wirklich in den metallischen Zustand zurückgeführt werden könnten.

Baron vermuthete vor langer Zeit, daß die Mauererde etwas metallisches an sich habe; Bergmann wurde durch das große Gewicht der Baryterde und andre Eigenschaften derselben veranlaßt, sie für ein metallisches Dryde zu erklären. Derjenige Chemist aber, der die Vermuthung aufstellte, daß alle Erden metallische Dryden seyn möchten, war Lavoisier †). Im Jahre 1790, gleich nach dem die Chemie von Lavoisier erschienen war, behaupteten Londi und Professor Nuprecht, beide aus Schemnitz, daß sie durch Einwirkung einer sehr großen Hitze, aus der Baryterde ein dem Eisen ähnliches Metall erhalten hätten, welches vom Magnete wäre gezogen worden, und dem sie den Namen Borbonium gaben; aus der Bittererde ein anderes, welches sie Austrum nannten: ein drittes aus der Kalkerde, dem sie gleichfalls den Namen Austrum ertheilten, und

---

\*) Sage macht hiervon eine Ausnahme, indem er die Kalkerde dafür erklärte.

†) *Traité element* Vol. I, p. 205.

ein viertes aus der Alaunerde, welches von ihnen *Apulum* genannt wurde. Sie bedienten sich bei diesen Reduktionen folgendes Verfahrens. Die Erden wurden in einem heftigen Schmelztiigel mit Kohlen umgeben, und mit Knochenpulver bedeckt, einem sehr heftigen Feuergrade ausgesetzt.

Diese Versuche wurden bald von *Klaproth*, *Savorefi* und *Tihauški* wiederholt. Sie fanden, daß alle diese angebliche Metalle phosphorhaltiges Eisen waren. Durch den heftigen Feuergrad war das Eisen aus den Schmelztiigeln, der Phosphor aus den Knochen ausgeschieden worden. Man muß demnach die Erden noch immer als eine besondere Klasse der Körper aufführen: und wie *Klaproth* bemerkt, sind auch die Eigenschaften der meisten derselben, so sehr von den metallischen Dryden verschieden, daß die Voraussetzung, sie enthielten dieselben Bestandtheile, mit allen Thatsachen im Widerspruch steht, und jeder Analogie entgegen ist. Einige Erden kommen zwar in manchen Eigenschaften, die man für vorzüglich charakterisirend hält, mit den metallischen Dryden überein, und scheinen demnach das Zwischenglied zu seyn, welches die Erden mit den Alkalien verbindet \*). Dieß ist insbesondre der Fall mit der Yttererde und Zirkonerde. Allein der Grund dieser Uebereinstimmung, wird so lange ein Geheimniß bleiben, bis die Bestandtheile der Erden ausgemittelt worden sind. Es wäre zu wünschen, daß dieser wichtige Gegenstand recht bald aufgeklärt würde.

---

\*) Die Eigenschaften, auf welche hier angespielt wird, sind: daß sie mit den Säuren gefärbte Salze bilden, und durch blaues saures Kali und einen Aufguß der Galläpfel gefällt werden.

Deformés und Morveau machten bekannt, daß das Kali eine Zusammensetzung aus Kalkerde und Wasserstoff; Natrum eine Verbindung der Bittererde mit Wasserstoff sey. Aus andern Versuchen glaubten sie sich zu dem Schlusse berechtigt, daß Kalkerde aus Kohle, Stickstoff und Wasserstoff; und Bittererde aus Kalkerde und Stickstoff zusammengesetzt sey \*); allein Darracq hat durch Versuche gezeigt, daß die von diesen Chemisten erhaltenen Resultate, von der Unreinigkeit derjenigen Substanzen, mit welchen sie arbeiteten, herrühren.

### Drittes Kapitel.

#### V o n d e n D r y d e n .

Ich habe nunmehr, (mit Ausnahme einer einzigen, der Flußsäure) alle bekannten Substanzen, welche die Chemisten bisher nicht in einfachere Bestandtheile zerlegen konnten, abgehandelt. Von diesen einfachen Substanzen ist der Sauerstoff die merkwürdigste. Er verbindet sich (mit Ausnahme der nicht sperrbaren Substanzen, Alkalien und Erden), mit allen übrigen. Wir haben ferner gesehen, daß er sich mit den Körpern gewöhnlich in verschiedenen Verhältnissen vereinigt, und Zusammensetzungen von verschiedenen Eigenschaften liefert.

Verbindungen  
mit dem Sauerstoff.

Alle die Zusammensetzungen von welchen der Sauerstoff einen Bestandtheil ausmacht, lassen

\*) Mem. de l'Inst. III, 321.

sich unter zwei Klassen bringen. 1) Die eine enthält diejenigen, welche die Eigenschaften der Säuren besitzen; 2) die andere begreift die Substanzen unter sich, welchen diese Eigenschaften fehlen.

Der generische Name, mit welchem man die zur ersten Klasse gehörenden Substanzen bezeichnet, ist der, der Säure, der der zweiten, Dryde. Unter Dryde versteht man eine Substanz, welche aus Sauerstoff und einem andern Körper besteht, und die nicht die Eigenschaften der Säuren besitzt. In diesem, und dem folgenden Kapitel sollen die Eigenschaften dieser zwei Arten von Zusammensetzungen erörtert werden.

Es ist keinesweges ungewöhnlich, Zusammensetzungen die aus derselben Basis und Sauerstoff bestehen, anzutreffen, die nach Verschiedenheit der Menge von Sauerstoff, welche in die Verbindung eingetret, zu beiden Klassen gehören. In diesen Fällen bildet die geringere Menge Sauerstoff das Dryde; die größere Menge die Säure. Hieraus folgt, daß die Dryden stets eine geringere Menge Sauerstoff enthalten, als die Säuren mit derselben Basis. Die Betrachtung der Dryden soll daher vorangehen, und ihnen dieses Kapitel gewidmet werden; das folgende soll die Untersuchung der Säuren enthalten.

Beischiedene  
Arten von Dry-  
den.

I. Der Sauerstoff verbindet sich mit drei verschiedenen Arten von Körpern, den einfachen brennbaren; den nicht brennbaren; und den Metallen; und bildet mit jedem zu diesen Gattungen gehörenden Individuo Dryden. Diese Dryden sind nach Verschiedenheit derjenigen Substanz welche die Grundlage ausmacht, verschieden; allein alle Dryden der einfachen brennbaren Stoffe sind verbrenlich; mit Ausnahme des Dryde des Wasserstoffs, das

ein Produkt des Verbrennens ist; alle Oxyden der einfachen nicht brennbaren Stoffe sind Feuerträger; und alle Oxyden der Metalle sind entweder Produkte des Verbrennens, oder Feuerträger. Dem zufolge kann die erste Klasse der Oxyden (das des Wasserstoffs ausgenommen), nicht durch Verbrennen gebildet werden; dasselbe gilt von der zweiten Klasse; allein ein Theil der in die dritte Klasse gehörenden Oxyden, wird durch das Verbrennen gebildet, ein anderer durch die Vereinigung mit dem Sauerstoffe der Feuerträger ohne Verbrennen.

2. Außer diesen Oxyden, welche als einfach betrachtet werden können, weil in ihnen nur ein einziger Bestandtheil mit dem Sauerstoffe verbunden ist, giebt es noch eine andere weit zahlreichere Klasse, welche aus der Verbindung des Sauerstoffs mit zwei oder mehreren einfachen Substanzen besteht. Diese Zusammensetzungen lassen sich von den andern dadurch unterscheiden, daß man sie zusammengesetzte Oxyden (compound oxides) nennt. Die Betrachtung dieser letztern muß einem andern Theile dieses Werkes vorbehalten bleiben, da sie nicht gewöhnlich den Namen Oxyden führen.

3. Mit Betrachtung der Eigenschaften der einfachen Oxyden müßte billig, der gemachten Eintheilung zufolge, der Anfang gemacht werden. Bei weiterer Ueberlegung überzeugt man sich aber bald, daß unsere chemische Kenntnisse noch nicht weit genug fortgeschritten sind, um damit man diese Methode befolgen könne. Die Oxyden des Schwefels und Phosphors sind bisher so oberflächlich untersucht worden, daß ich es für zweckmäßiger hielt, bei Gelegenheit, als vom Schwefel und Phosphor gehandelt wurde, zugleich die wenigen Thatsachen welche hievon bekannt sind, mit anzuführen,

als ihnen besondere Abschnitte zu widmen. Aus eben diesem Grunde, wurde bei jedem Metalle der Dryden desselben Erwähnung gethan. Diejenigen Dryden welche daher für uns noch zu betrachten übrig bleiben, sind die der zwei einfachen brennbaren Stoffe, des Kohlenstoffes und Wasserstoffes; und die des Stickstoffes; denn die Zusammensetzungen welche die Salzsäure mit dem Sauerstoffe liefert, werden als Säuren betrachtet. Diese Dryden sollen uns in den nächstfolgenden Abschnitten beschäftigen.

### Erster Abschnitt.

#### Von den Dryden des Kohlenstoffes.

---

Im Vorhergehenden wurde gezeigt, daß sich der Kohlenstoff mit drei verschiedenen Antheilen Sauerstoff verbinden, und zwei Dryden und eine Säure bilden kann. Diese Dryden sind: das kohlige Dryde (carbonous oxide) oder die Kohle, welches die geringste Menge Sauerstoff enthält; und das Kohlenoxyde (carbonic oxide) welches mit einer größern Menge verbunden ist.

#### I. Von der Kohle.

Schon bei der Gelegenheit, als von dem Kohlenstoffe gehandelt wurde, habe ich das Verfahren Kohle zu bereiten, und mehrere Eigenschaften derselben angegeben. Allein es wird nöthig seyn, aufs Neue diesen Gegenstand vorzunehmen, und ihn wo möglich mit mehr Genauigkeit zu behandeln, weil er einer der dunkelsten und schwürigsten der Chemie ist. Ich

ziehe die Benennung Kohle der des kohligen Dryde vor, weil ich dadurch in Stand gesetzt werde, diese Materie aus einem allgemeineren Gesichtspunkte zu betrachten.

Zwei Arten von Kohlegemine. I. Wird Kohle auf die gewöhnliche Art dadurch bereitet, daß Holz in verschlossenen Gefäßen geglüheth wird; so enthält es stets etwas Wasserstoff; denn wird die so bereitete Kohle in einer porcellanenen, oder eisernen, oder beschlagenen Glas=Retorte einem heftigen Feuer ausgesetzt, so wird eine beträchtliche Menge Gas erhalten. Dasjenige Gas welches zuerst übergeheth, ist eine Mischung aus Kohlensäure und kohlenstoffhaltigem Wasserstoffgase; allein die Menge der Kohlensäure nimmt nach und nach ab, und zuletzt geht keine ferner über; die Menge des kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgases hingegen bleibt unvermindert \*).

Die Chemisten hielten die Entwicklung dieser Gasarten für eine Folge der Zersetzung des in den Kohlen enthaltenen Wassers, das sie begierig aus der Atmosphäre einsaugen. Wäre dieses der Fall, so müßte die Menge des kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgases in dem Verhältniß wie das kohlen-saure Gas abnehmen, indem der Wasserstoff des einen, eben so wie der Sauerstoff des andern, durch die Zersetzung des Wassers hergegeben wird. Da aber die Entwicklung des kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgases auch dann noch fort-dauert, wenn die des kohlen-sauren Gases aufgehört hat; so kann man kaum bezweifeln, daß der Wasserstoff, welcher unter diesen Umständen entweicht, nicht einen Bestandtheil der Kohle ausmachen sollte.

Sieht man die Versuche von Morveau über das Ver-

---

\*) Cruikshank Nicholson's Journal 1802. V, 210.

brennen des Diamanten als entscheidend an; so muß man schließen, daß die Kohle ein aus drei Bestandtheilen, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzter Körper sey. Sie ist demnach eine dreifache Zusammensetzung. Diese Meinung wird jetzt allgemein von den Chemisten angenommen; selbst Berthollet, ungeachtet er gegen so manche Verbindungen des Kohlenstoffs Zweifel erregt, räumt die Richtigkeit derselben ein.

und präparierte. 2. Wird gewöhnliche Kohle eine Stunde lang in einem verschlossenen Schmelztiegel dem heftigsten Feuer einer Schmiedesse ausgesetzt, so hört sie auf Gas von sich zu geben; und keine Temperatur ist hoch genug, um aus einer so behandelten Kohle Gas auszutreiben \*). Desormes und Clement waren zu zeigen bemühet, daß durch diese Behandlung der Kohle aller Wasserstoff entzogen werde. Sie schütteten in einem Schmiedefeuer frisch gegläuhete Kohle, die noch nicht völlig erkaltet war, in die Mitte einer Glasröhre. In jedem Ende der Röhre war eine andre, mit salzsaurer Kalkerde gefüllte Röhre, die mit einer Mischung aus Schnee und Kochsalz umgeben war, befestigt. An das eine Ende der Röhren banden sie eine leere, an das andre eine mit Sauerstoffgas gefüllte Blase. Die Röhre in welcher die Kohle enthalten war, wurde in den Ofen gelegt, und die Kohle zum Glühen gebracht. Ueber die glühende Kohle ließen sie nach und nach das in der einen Blase enthaltene Sauerstoffgas streichen, welches die Kohle zum Brennen brachte, und sich in der andern Blase als kohlenfaures Gas sammelte.

Da das Sauerstoffgas über salzsaure Kalkerde gehen

---

\*) Desormes et Clement Ann. de Chim. XXXIX, 29.

mußte, so setzte es die in ihm enthaltene Feuchtigkeit ab; und die Menge derselben ließ sich durch die Gewichtszunahme der salzsauren Kalkerde bestimmen. Enthielte die Kohle Wasserstoff, so würde während des Verbrennens derselben Wasser gebildet worden seyn, das sich mit der zugleich gebildeten Kohlensäure verbunden hätte. Das Gas würde diese Feuchtigkeit, indem es über die am andern Ende der Röhre befindliche salzsaure Kalkerde ging, abgesetzt haben; und die Menge derselben hätte sich aus der Gewichtszunahme der salzsauren Kalkerde finden lassen. In beiden Fällen nahm die salzsaure Kalkerde um 0,02 Theile am Gewichte zu. Wollte man diese Gewichtszunahme auf Rechnung der Bildung des Wassers schreiben, so würde der in dieser geringen Menge Wasser enthaltene Wasserstoff nur  $\frac{1}{1500}$  von dem Gewicht der Kohle betragen: eine Menge, die so gering ist, daß man sie füglich außer Acht lassen kann \*).

Dieselben Chemisten versuchten das Verbrennen der aus mehreren andern Substanzen erhaltenen Kohlen, die einem Schmiedefeuere ausgesetzt worden waren, als Steinkohle; Kohlen aus animalischen und vegetabilischen Substanzen; und erhielten genau dieselben Produkte. Hieraus schlossen sie, daß die Kohle in allen Fällen dieselbe sey; wofern sie nur einer sehr erhöhten Temperatur ausgesetzt worden; und daß unter diesen Umständen aller in der gewöhnlichen Kohle enthaltene Wasserstoff zerstört werde.

Allein diese Schlüsse gehen weiter als die Erfahrung, und stehen mit den Versuchen von Cruikshank im Widerspruche,

---

\*) Ann. de Chim. XLII, 128.

spruche, der stets in den Gasarten, die er aus Kohlen, in welchem Zustande diese sich auch immer befanden, erhielt, Wasserstoff als Bestandtheil antraf. Außerdem hat Berthollet Umstände angeführt, welche die Genauigkeit dieser Chemisten etwas zweifelhaft machen.

Beide enthalten 3. Dieses sind die Thatsachen, welche bis Wasserstoff. jetzt über die Zusammensetzung der Kohle bekannt geworden sind. Sie berechtigen zu dem Schlusse, daß es zwei Arten von Kohle gebe, gewöhnliche und präparirte Kohle. Die erstere enthält drei Bestandtheile: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; der zweiten ist ein Antheil Wasserstoff und Sauerstoff entzogen. Sie besteht vorzüglich aus einer Verbindung des Kohlenstoffs mit Sauerstoff; sie enthält aber auch noch eine geringe Menge Wasserstoff, und ist daher genau genommen kein reines Dryde der Kohle, ungeachtet sie sich diesem Zustande ausnehmend nähert.

## II. Von dem Kohlenoxyde.

Geschichte. Diese Substanz welche jetzt den Namen Kohlenoxyde (carbonic oxide) führt, ist ein Gas, das mit dem kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgase verwechselt wurde, bis Priestley in einer Abhandlung welche er, um die Lehre des Phlogistons zu vertheidigen bekannt machte, die Aufmerksamkeit der Chemisten auf dasselbe lenkte. Dr. Woodhouse aus Pennsylvanien wiederholte und bestätigte Priestley's Versuche. Die eigentliche Beschaffenheit dieses Gases wurde aber erst von Cruikshank aus Woolwich entdeckt, der seine Bemerkungen im Jahre 1802 \*) dem Publikum mit-

\*) Nicholson's Journal V, 1 et 201.

theilte. Zu eben der Zeit da Cruikshanks Abhandlung erschien, zogen die Versuche von Woodhouse, von denen er dem National-Institute Nachricht gegeben hatte, die Aufmerksamkeit desselben auf sich. Guyton Morveau welcher den Auftrag erhalten hatte, einen ausführlichen Bericht abzustatten, vermochte Element und Desormes sich mit diesem Gegenstande zu beschäftigen. Diese Chemisten wurden durch ihre Arbeiten auf dieselben Resultate geleitet, auf welche schon vorher Cruikshank gekommen war \*).

Zu derselben Zeit beschäftigte sich Berthollet mit diesem Gegenstande, und glaubte sich durch seine Versuche zu ganz verschiedenen Begriffen über die Zusammensetzung der Kohle und des Kohlenoxyde berechtigt. Er trug seine Meinung in drei tiefgedachten Abhandlungen vor, welche in dem vierten Bande der Schriften des National-Institutes enthalten sind. In diesen untersucht er mit seinem gewöhnlichen Scharffsinne, die Versuche der andern Chemisten, und bestreitet die von ihnen daraus gezogenen Folgerungen.

Um dieselbe Zeit erschien eine Abhandlung der holländischen Chemisten, in welcher diese den Versuchen aller übrigen Naturforscher widersprachen, und behaupteten, daß die wirklichen Resultate von den bisher angegebenen ganz verschieden wären \*\*). Der hier gelieferte kurze Abriss der Geschichte dieser Untersuchung zeigt genugsam von der Schwierigkeit derselben. Es giebt nicht weniger als vier verschiedene Meinungen, und jede derselben ist von Männern von anerkannten Kenntnissen und erprobter Wahrheitsliebe vorgetragen worden.

---

\*) Ann. de Chim. XXXIX, 88. et XLII, 121.

\*\*\*) Ibid. XLIII, 113.

*Bereitung.* 1. Man kann das Kohlenoxyde auf vier verschiedenen Wegen erhalten. Erstlich: Wird eine Mischung aus gereinigter Kohle und Zink- oder Eisenoxyde, oder überhaupt einem Oxyde, welches die Glühhitze vertragen kann, in einer eisernen Retorte einer sehr erhöhten Temperatur ausgesetzt, so wird das Oxyde allmählich wieder hergestellt, und während der Reduktion eine große Menge Gas entwickelt. Dieses Gas ist eine Mischung aus kohlen-saurem und einem andern Gase, welches mit blauer Farbe brennt: diesem letztern ist der Name Kohlenoxyde gegeben worden. Man entzieht ihm das beigemischte kohlen-saure Gas durch Waschen mit Kalkwasser.

Cruikshank versuchte auf diese Art die Oxyden des Eisens, Zinkes, Kupfers, die Bleiglätte, und das schwarze Magnesiumoxyde. Aus diesen Versuchen gingen folgende Resultate hervor. Diejenigen Oxyden, welche am leichtesten den Sauerstoff fahren lassen, geben die größte Menge Kohlen-säure; diejenigen welche den Sauerstoff am hartnäckigsten an sich halten, liefern die größte Menge Kohlenoxyde. Die größte Menge kohlen-saures Gas geht stets zu Anfang des Versuches über; sie nimmt nach und nach ab, und zuletzt wird nichts als Kohlenoxyde entwickelt \*). Die Resultate, welche Element und Desormes erhalten haben, kommen fast gänzlich mit denen von Cruikshank überein; sie beschränkten ihre Versuche, aber nur allein auf die mit dem weißen Zinkoxyde, ohne die der andern Metalle zu versuchen. Da sie bei einem Versuche statt der Kohle, Graphit nahmen, so erhielten sie dieselben Resultate \*\*).

\*) Nicholson's Journal 1802. V, 11.

\*\*) Ann. de Chim. XXXIX, 33.

Zweitens. Mischungen aus einem Theile gereinigter Kohle und drei Theilen kohlen-saurer Kalkerde, oder Strontianerde, oder auch Baryterde, gaben, wenn sie in einer eisernen Retorte einem heftigen Feuergrade ausgesetzt wurden, dadurch, daß eine Zersetzung eines Theils des kohlen-sauren Gases erfolgte, dieses Gas. Daß unter diesen Umständen sich entwickelnde Gas, ist eine Mischung aus ungefähr einem Theile kohlen-sauren Gase gegen fünf Theile Kohlenoxyde \*); es wird demnach ein Theil der in den kohlen-sauren Erden enthaltenen Kohlen-säure unverändert abgeschieden, allein der größte Theil derselben, wird durch die Einwirkung der Kohle in Kohlenoxyde verwandelt.

Drittens. Erhitzt man eine Mischung aus gleichen Theilen einer der drei kohlen-sauren Erden und reiner Eisen-feile stark in einer eisernen Retorte, so wird die Kohlen-säure gleichfalls durch die Einwirkung des Eisens zersetzt, und eine beträchtliche Menge gasförmiges Kohlenoxyde abgeschieden. Priestley machte diesen Versuch zuerst mit dem schwarzen Eisenoxyde und der kohlen-sauren Baryterde; da aber Cruikshank statt des oxydirten, metallisches Eisen nahm, so erhielt er eine ungleich größere Menge Gas \*\*).

Viertens. Läßt man kohlen-saures Gas langsam und wiederholentlich über zubereitete Kohle, welche in einer porcellanenen oder eisernen Röhre glühet, streichen, so verschwindet das kohlen-saure Gas, und man findet an seiner Stelle Kohlenoxyde. Bei diesem Versuche wird die Kohlen-säure durch die Kohle eben so wie in den beiden vorher be-

\*) Clement et Desormes Ann. de Chim. XXXIX, 45.

\*\*\*) Nicholson's Journal 1802. V, 4 et 208.

schriebenen Versuchen zerlegt; es findet hierbei nur der einzige Unterschied statt, daß die Kohlen Säure sich in letzterem Falle in einem gasförmigen Zustande befindet, während sie in den beiden vorhergehenden an eine Grundlage gebunden war. Dieser Versuch wurde zuerst von Cruikshank angestellt \*), und in der Folge von Element und Desormes wiederholt \*\*).

Reinigung 2. Diese sind die verschiedenen bisher versuch-  
 desselben. ten Verfahrungsarten Kohlenoxyde zu bereiten. Aus den Versuchen von Cruikshank ersieht man, daß man sich nur des dritten mit Sicherheit bedienen könne, um das Kohlenoxyde rein zu erhalten. Werden gleiche Theile Kohlen Säure Kalkerde und Eisenfeile vorläufig jedes besonders in verschlossenen Gefäßen geglühet, hierauf vermischt, und in einer eisernen Retorte einem heftigen Feuer ausgesetzt, so sind die sich entbindenden Gasarten eine Mischung aus Kohlen Säure und Kohlenoxyde; nimmt man erstere durch Kalkwasser hinweg, so bleibt das Kohlenoxyde rein zurück.

Eigenschaften. 3. Das auf dem angegebenen Wege erhaltene Kohlenoxyde ist, wie die atmosphärische Luft, unsichtbar und elastisch. Sein specifisches Gewicht beträgt nach Cruikshank 0,001167; oder es verhält sich zu dem der atmosphärischen Luft wie 22 zu 23. Hundert Kubitzoll derselben wiegen demnach 30 Gran. Die Versuche von Element und Desormes führen fast ganz zu denselben Resultaten †).

\*) Nicholson's Journal 1802. V, 209.

\*\*\*) Ann. de Chim. XXXIX, 46.

†) Nimmt man aus ihren Versuchen eine Mittelszahl, so findet man, daß 100 Kubitzoll (englisch) 28,7 Gran wiegen. Dieses Resultat würde noch genauer mit dem von Cruikshank erhalt-

Thiere, welche man dieses Gas einathmen läßt, sterben. Vögel, die Desormes und Element in dasselbe brachten, starben, ehe sie Zeit hatten, dieselben herauszunehmen; und wenn sie selbst versuchten, es einzuathmen, so waren Schwindel und Anwandlung von Ohnmacht die Folge \*). Auch zur Unterhaltung der Flamme ist dieses Gas untauglich.

Die Einwirkung des Lichtes verändert dieses Gas nicht. Man kann es, ohne daß es Veränderungen erleidet, durch glühende Röhren hindurch gehen lassen. Element und Desormes fanden, daß die Wärme es eben so, wie atmosphärische Luft, ausdehne; was auch zu erwarten war.

4. Das gasförmige Kohlenoxyde ist verbrennlich. Wird es in einem offenen Gefäße mit einem glühenden oder brennenden Körper in Berührung gebracht, so entzündet es sich, und brennt mit einer blauen leuchtenden Flamme. Wird es vor dem Entzünden mit atmosphärischer Luft vermischt, so brennt es mit lebhafterem Glanze und rascher, detonirt aber nicht. Noch lebhafter ist der Glanz, und rascher das Verbrennen, wenn statt atmosphärischer Luft Sauerstoffgas genommen wird; allein auch in diesem Falle findet keine Detonation statt \*\*).

---

renen stimmen, wenn ich die Versuche mit den leichtesten und unreinsten Gasarten, welche sie erhalten hatten, bei dieser Bestimmung ausgeschlossen hätte.

\*) Ann. de Chim. XXXIX, 56.

\*\*\*) Die französischen Chemisten sprechen von einer Detonation dieses Gases, wenn es mit Sauerstoff vermischt worden. Mit diesem Namen müssen sie ein pfeifendes Geräusch belegen, welches im Augenblicke des Verbrennens gehört wird, was aber der

Aus Cruikshank's Versuchen, welche durch die von Element und Desormes bestätigt worden sind, ersieht man, daß 100 Kubikzoll Kohlenoxyde, wenn sie gänzlich zersezt werden sollen, vor dem Verbrennen mit 40 Kubikzoll Sauerstoffgas vermischet werden müssen. Läßt man durch eine Mischung aus beiden Gasarten, in dem angegebenen Verhältnisse, den elektrischen Funken hindurchschlagen; so wird sie in 92 Kubikzoll kohlen-saures Gas verwandelt. Oder in Gewicht ausgedrückt, 30 Gran Kohlenoxyde erfordern zur Sättigung 13,3 Gran Sauerstoff; und die dadurch entstehende Zusammensetzung beträgt 43,3 Gran kohlen-saures Gas. Ist das Kohlenoxyde nach dem dritten Verfahren bereitet, und ist es, ehe damit der Versuch angestellt wird, so trocken als möglich gemacht worden, so wird bei dem Verbrennen kein Wasser, wenigstens nicht in bemerklicher Menge, erzeugt.

5. Auf die einfachen brennbaren Stoffe ist das Wirkung der einfachen brennbaren Stoffe. gasförmige Kohlenoxyde bei der gewöhnlichen Temperatur der Athmosphäre ohne alle Wirkung; die Wärme verstärkt diese Einwirkung etwas.

Läßt man es durch geschmolzenen Schwefel hindurchgehen, so verbindet es sich nicht mit demselben, verändert auch nicht seine Eigenschaften. Auf den Phosphor ist seine Wirkung etwas größer, es löset eine geringe Menge desselben auf und brennt dann mit gelber Flamme. Nach Element und Desormes nimmt es, wenn man es über glühende Kohlen streichen läßt, einen Theil Kohle auf, wodurch sein specifisch-

---

gewöhnlichen Bedeutung des Wortes der Detonation zufolge, unmöglich so genannt werden kann.

sches Gewicht vermehrt wird. Eben diese Chemisten wollten gefunden haben, daß wenn man eine Mischung aus Kohlenoxyde und Wasserstoffgas durch eine glühende gläserne Röhre hindurch gehen läßt, Kohle abgesetzt werde, welche die innern Seiten derselben mit einem glänzenden Email überziehet; daß Wasser gebildet werde, und am andern Ende der Röhre dem Anscheine nach reines Wasserstoffgas sich entwickle \*). Allein Saussüre der jüngere, welcher diesen Versuch wiederholte, überzeugte sich, daß die einem Email ähnliche Kohle nichts anders, als die schwarze (oder vielmehr bläulichte) Farbe sey, welche das Flintglas annimmt, wenn es in der Glühhitze mit Wasserstoffgas in Verührung ist; ein Phänomen, welches schon früher von Priestley bemerkt worden war \*). Es ist auch wirklich äußerst unwahrscheinlich, daß der Wasserstoff das Kohlenoxyde solle zerlegen können; da Saussüre gezeigt hat, daß wenn man Kohlen säure und Wasserstoffgas durch eine glühende Röhre hindurchgehen läßt, die gasförmige Säure zersetzt, und Kohlen säure gebildet werde; ein Resultat, welches auch durch die folgenden Versuche von Element und Desormes bestätigt worden ist.

Der unverbrennl. Stoffe. 6. Keiner der einfachen unverbrennlichen Stoffe bringt bei den Temperaturen, die bis jetzt versucht worden sind, eine Veränderung des Kohlenoxyde zuwege; allein die Wirkung der gasförmigen oxydirten Salzsäure auf dasselbe ist äußerst wichtig und merkwürdig. Die Untersuchung dieses Theils des Gegenstandes rührt allein von Cruikshank her, welcher den Chemisten dadurch ein

\*) Jour. de Phys. LV, 396.

neues und schätzbares Verfahren angegeben hat, die Reinheit und Zusammensetzung der brennbaren Gasarten zu untersuchen.

Wird eine Flasche mit einer Mischung aus oxydirten salzsaurem Gase und zwei Maass kohlen-saurem Gase und  $2\frac{2}{3}$  Maass oxydirt salzsaurem Gase gefüllt \*), hierauf das Gefäß mit einem eingeriebenen Stöpsel verschlossen, und 24 Stunden umgekehrt mit seiner Mündung unter Quecksilber hingestellt; so werden, wenn nachmals die Flasche unter Wasser geöffnet wird, zwei Drittheil des Gases absorhirt, und beim Schütteln mit Kalkwasser wird der Ueberrest (bis auf  $\frac{1}{3}$  eines Maasses das Stickgas ist) hinweggenommen \*\*). Hieraus ersieht man, daß diese beiden Gasarten bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre auf einander wirken; daß das Kohlenoxyde nach und nach den andern Gasarten Sauerstoff entziehe, und in kohlen-saures Gas verwandelt werde. Das in diesem Versuche zersezte oxydirte salzsaure Gas wird in Salzsäure verwandelt, die augenblicklich vom Wasser absorhirt wird. Es wird demnach durch die wechselseitige Einwirkung beider Gasarten, das Ganze in Kohlen-säure und Salzsäure umgeändert.

Eruißhank fand ferner, daß eine Mischung aus Kohlenoxyde und oxydirtem salzsaurem Gase, sich nicht entzünde, und auch nicht verändere, wenn er den elektrischen Funken durch dieselbe hindurchschlagen ließ; daß hingegen, wenn statt des gasförmigen Kohlenoxyde kohlenstoffhaltiges

\*) Es wurde dadurch bereitet, daß Salzsäure auf überoxydirt salzsaures Kali gegossen wurde.

\*\*) Nicholson's Jour. 1802. V., 205.

Wasserstoffgas genommen wurde, augenblicklich eine Explosion erfolgte. Dieser Unterschied im Verhalten, setzt uns in Stand kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas, und gasförmiges Kohlenoxyde mit Leichtigkeit von einander zu unterscheiden \*).

Der Metalle. 7. Keiner von den bisher angestellten Versuchen, läßt vermuthen, daß das Kohlenoxyde auf die Metalle wirke; allein Element und Desormes wollen dennoch bemerkt haben, daß wenn sie dieses Gas heiß über rothes Quecksilberoxyde gehen ließen, eine anfangende Reduction bemerkbar war. Es ist auch in der That sehr wahrscheinlich, daß es mehrere metallische Oxyden, vorzüglich diejenigen, welche ihren Sauerstoff leicht fahren lassen, werde reduciren können.

Der Alkalien und Erden. 8. Weber die feuerbeständigen Alkalien, noch die Erden wirken auf das Kohlenoxyde, auch das Ammonium verändert dasselbe nicht, wenn man es in Verbindung mit demselben durch eine glühende Röhre hindurchstreichen läßt \*\*).

Zusammen-  
setzung. 9. Aus den von dieser Gasart angeführten Eigenschaften geht hervor, daß der Kohlenstoff einen Bestandtheil derselben ausmache, denn wenn man sie in Verbindung mit Sauerstoff entzündet, so liefert sie als Produkt kohlen-saures Gas. Daß sie sich vom kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgase unterscheidet, ergibt sich aus dem spezifischen Gewichte derselben, aus dem Verhalten mit oxydirter Salzsäure, und aus den beim Verbrennen erhaltenen Resultaten. Da sie beim Verbrennen keine merkliche Menge

\*) Nicholson's Jour. 1802. V, 207.

\*\*\*) Clement et Desormes Ann. de Chim. XXXIX, 61.

Wasser giebt, so schloß Cruikshank, und nachher Guyton Morveau, Desormes und Clement, daß sie keinen Wasserstoff, und keine andre brennbare Substanz außer dem Kohlenstoffe enthalte.

Um gasförmiges Kohlenoxyde zu verbrennen, ist aber eine weit geringere Menge Sauerstoff erforderlich, als zum Verbrennen einer gleichen Menge Kohle. Hundert Theile Kohle erfordern zu ihrer Sättigung 257 Theile Sauerstoff; hingegen 100 Theile Kohlenoxyde nur  $45\frac{1}{2}$  Theile, und in beiden Fällen ist das Produkt Kohlenensäure. Dieser merkwürdige Unterschied wird nur dadurch erklärlich, daß man annimmt, das Kohlenstoffoxyde sey schon mit einem Antheile Sauerstoff verbunden, und mithin sey ein geringer Zusatz des letztern zur Sättigung desselben hinreichend. Diese Folgerung zog auch Cruikshank, und man kann unmdglich etwas gegen die Bündigkeit seiner Schlüsse einwenden. Ihnen zufolge ist dieses Gas demnach eine Zusammensetzung aus Kohlenstoff und Sauerstoff; dieses ist auch der Grund warum es die Chemisten Kohlenoxyde genannt haben.

Unter der Voraussetzung, daß Morveau's Versuche mit dem Diamanten richtig sind, und daß die zubereitete Kohle ein Kohlenoxyde ist, das aus Kohle und Sauerstoff in den oben angegebenen Verhältnissen bestehet, so werden sich, wenn man Cruikshank's Versuche zum Grunde legt, die Bestandtheile dieses Dryde folgendermaßen bestimmen lassen.

Cruikshank fand, daß sich 30 Gran Kohlenoxyde beim Verbrennen mit ungefähr 13,6 Gran Sauerstoff verbinden, und die dadurch erhaltene Kohlenensäure beträgt un-

gefähr 43,6 Gran. Hieraus folgt, daß 100 Theile Kohlen-  
säure bestehen, aus:

$$\begin{array}{r} 69 \text{ Kohlenoxyde} \\ 31 \text{ Sauerstoff} \\ \hline 100. \end{array}$$

Allein 100 Theile Kohlenensäure sind aus 18 Kohlenstoff  
und 82 Sauerstoff zusammengesetzt. Folglich sind

$$\begin{array}{cccc} \text{Kohlenstoff.} & \text{Sauerstoff.} & \text{Kohlenoxyde.} & \text{Sauerstoff.} \\ 18 & + & 82 & = & 69 & + & 31. \end{array}$$

Hieraus folgt, daß 69 Theile Kohlenoxyde aus 18 Koh-  
lenstoff und 51 Sauerstoff zusammengesetzt sind.

Demnach enthalten 100 Theile Kohlenoxyde.

$$\begin{array}{r} 26 \text{ Kohlenstoff} \\ 74 \text{ Sauerstoff} \\ \hline 100. \end{array}$$

Die Kohle bestehet, aus:

$$\begin{array}{r} 64,3 \text{ Kohlenstoff} \\ 35,7 \text{ Sauerstoff} \\ \hline 100,0. \end{array}$$

Es müssen sich also die 26 Theile Kohlenstoff, um Koh-  
le zu bilden, mit 14 Theilen Sauerstoff verbinden, folglich  
bestehet das Kohlenoxyde im Hundert aus:

$$\begin{array}{r} 40 \text{ Kohle} \\ 60 \text{ Sauerstoff} \\ \hline 100. \end{array}$$

Kohlenstoff mit einem Antheil Sauerstoff bildet also  
Kohle; mit zwei Antheilen verbunden Kohlenoxyde;  
mit drei Antheilen verbunden Kohlenensäure. Es ist also

	Kohlenstoff.	Sauerstoff.	
	1,00	+ 0,56	
= Kohle			
	1,65	Sauerstoff Kohlenoxyde	
	1,56 + 2,27	= 3,83	Sauerstoff Kohlenäure
		3,83 + 1,72	= 5,55

Theorie von Berthollet. Alle diese Angaben sind aber von Berthollet in Zweifel gezogen worden. Nach diesem, giebt es zwei verschiedene Arten von brennbarem Gase welche Kohlenstoff enthalten. Die erste Art bestehet aus Kohlenstoff und Wasserstoff, die zweite aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Um beide Arten von einander zu unterscheiden, nennt er die erste kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas, die andere oxydirtes kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas. Zu der ersten Art gehdren nach ihm die Gasarten, welche man erhält, wenn man Alkohol in Dampfgestalt durch eine glühende Röhre streichen läßt; ferner die, welche bei der Destillation der Oele, beim Glühen feuchter Kohlen u. s. w. sich entwickeln. Die zweite Art begreift die Gasarten unter sich, welche erhalten werden, wenn Kohle einer heftigen Hitze ausgesetzt wird, wenn Zucker destillirt wird, ferner das in diesem Abschnitte unter dem Namen des Kohlenoxyde beschriebene Gas u. s. w. Es giebt manche Varietäten unter diesen Gasarten, die sich durch das Verhältniß der Bestandtheile von einander unterscheiden; auch lassen sich die zur ersten Art gehdrende Gasarten, durch verschiedene Verfahrungsarten in die der zweiten verwandeln. Er berechnet, daß die Menge des im Kohlenoxyde enthaltenen Wasserstoffs  $\frac{3}{5}$  des Ganzen betrage.

Diese Schlüsse sind mit den Versuchen von Cruikshank Desormes und Element unverträglich, und können ohne





mehrt. Diese Anomalie ist eben so groß, als diejenige, welche Berthollet für an und für sich unmbglich erklärt.

### Zweiter Abschnitt.

#### W o m W a s s e r.

Der Wasserstoff unterscheidet sich dadurch von allen übrigen brennbaren Körpern, daß er sich nur mit einem Antheile Sauerstoff verbindet, und eine Zusammensetzung darstellt, welcher die Eigenschaften der Säuren gänzlich fehlen; die demnach zu den Dryden gezählt werden muß. Diese Zusammensetzung ist das Wasser.

Diese allgemein bekannte Flüssigkeit, wird an allen Orten auf unserem Erdboden in Menge angetroffen, und ist zur Erhaltung der animalischen und vegetabilischen Substanzen unumgänglich erforderlich. Das reine Wasser (welches nur durch Destillation dargestellt werden kann) ist durchsichtig, farblos, ohne Geruch und Geschmack.

Gewicht. I. Da wegen der Leichtigkeit mit welcher sich diese Flüssigkeit rein darstellen läßt, sie bei der Bestimmung des Gewichtes andrer Körper, als Einheit angenommen worden ist, durch welche das eigenthümliche Gewicht jedes andern Körpers ausgedrückt wird, so war es von der äußersten Wichtigkeit, das Gewicht derselben mit der größten Genauigkeit zu bestimmen. Hierbei tritt aber der Umstand ein, daß die Dichte derselben nach Verschiedenheit der Temperatur verschieden ist. Bei der Temperatur von  $42\frac{1}{2}^{\circ}$  ist die Dichte des Wassers ein Maximum, und bei einer Aenderung von zwei bis drei Grad unter oder über dieser Temperatur, ist die Veränderung der Dichte kaum merklich.

Nun geht aus den Versuchen von Lefebvre Gineau, die mit der größten Genauigkeit angestellt worden sind, um das Gewicht des Millegrams zu bestimmen, hervor, daß bei einer Temperatur von  $46^{\circ}$  ein französischer Kubikzoll Wasser 70 Pfund 223 Gran nach französischem Gewichte = 529452,9492 Gran Troy Gewicht wiege \*). Dem zufolge wiegt bei derselben Temperatur ein englischer Kubikfuß Wasser 437102,4946 Gran Troy Gew., oder 999,0914161 Unzen Avoirdupois. Nach den Versuchen des Professor Robison zu Edinburg wiegt ein Kubikfuß Wasser bei der Temperatur von  $55^{\circ}$  998,74 Unzen Avoirdupois, von denen jede gleich 437,6 Gran Troy Gewicht gerechnet wird, oder nur 1,26 Unzen weniger als 1000 Avoirdupois Unzen, so daß Regenwasser bei derselben Temperatur nahe 1000 Unzen wiegen wird.

Das spezifische Gewicht des Wassers wird stets gleich 1,000 gesetzt, und als Einheit zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes anderer Körper angenommen.

§16. 2. Wird Wasser auf die Temperatur von  $32^{\circ}$  gebracht, so geht es in den Zustand des Eises über. Erfolgt das Gefrieren sehr langsam, so nimmt das Eis die Gestalt krystallinischer Nadeln an, die wie Maran bemerkt hat, einander unter Winkeln von  $60^{\circ}$  bis  $120^{\circ}$  durchkreuzen; und man hat es oft in beträchtlich großen Krystallen von bestimmter Figur erhalten. Wird Eis einer Temperatur die weit unter  $32^{\circ}$  ist, ausgesetzt, so wird es ausnehmend hart, und kann zu einem feinen Pulver gestossen werden. Es ist elastisch. Sein spezifisches Gewicht ist geringer als das des Wassers.

\*) Jour. de Phys, XLIX, 171.

**Wasserdampf** Wird Wasser bis zu einer Temperatur von  $212^{\circ}$  erhitzt, so kocht es, und wird nach und nach in Dampf verwandelt. Der Wasserdampf ist eine wie die Luft unsichtbare Flüssigkeit, die aber ein geringeres specifisches Gewicht hat. Er nimmt ungefähr einen 1800 Mal so großen Raum als das Wasser ein, aus welchem er gebildet wurde. Seine Elasticität ist so groß, daß er, wenn er eingeschlossen wird, die heftigsten Wirkungen hervorbringt. Auf dieser Eigenschaft desselben beruhet die Einrichtung der Dampfmaschinen.

Die Erscheinungen, welche beim Kochen des Wassers wahrgenommen werden, rühren von der schnellen Bildung des Wasserdampfes, die auf dem Boden des Gefäßes erfolgt, Der Siedpunkt wird durch die Salze verändert her. Die Temperatur, bei welcher das Wasser anfängt zu sieden, ist nach Verschiedenheit des Druckes der Atmosphäre verschieden. Im luftleeren Raume kocht es bei einer Temperatur von  $70^{\circ}$ ; in dem Papinianischen Digestor kann man es beinahe zum Glühen bringen, ehe es zu kochen anfängt. Durch Vermischung mit verschiedenen Salzen wird der Siedpunkt beträchtlich verändert. Acharb hat sehr viele Versuche über diesen Gegenstand angestellt, wovon nachstehende Tabelle die Resultate enthält \*).

Erste Klasse. Salze, welche keine Veränderung in Ansehung des Siedpunktes hervorbringen.

Schwefelsaures Kupfer.

Zweite Klasse. Salze, welche durch ihre Beimischung den Siedpunkt des Wassers erhöhen.

---

\*) Mem. de Berlin 1785.

Eine gesättigte Auf- lösung des	{ Rochsalz Schwefelsauren Natrum Schwefelsauren Kali Salpetersauren Kali (der) Boraxsäure Kohlensaures Natrum         }	Erhöhen den Siedpunkt um	10,35 <sup>o</sup>
			5, 6
			6, 9
			3, 5
			2, 2
			2,35.

Diese Vermehrung ist nach Verschiedenheit der Menge des aufgelösten Salzes verschieden. Im allgemeinen fällt sie um so größer aus, je näher die Auflösung dem Sättigungspunkte rückt.

Dritte Klasse. Salze, welche durch ihre Beimischung machen, daß der Siedpunkt bei einer niedrigeren Temperatur statt findet.

		Erniedrigen den Siedpunkt um
Borax	{ In geringer Menge . . .	1,350 <sup>o</sup>
	{ Bei Sättigung der Auflösung	0,22.
Schwefelsau- re Bittererde	{ In geringer Menge . . .	2,47
	{ Bei Sättigung der Auflösung	1,1.
Alaun	{ In geringer Menge . . .	0,0
	{ In größerer Menge . . .	0,7
	{ Bei Sättigung der Auflösung	0,0.
Schwefelsaure Kalkerde	} in beliebigem Ver- hältniße	2,02
Schwefelsaures Zink		0,45
Schwefelsaures Eisen		0,22
Essigsaures Blei		1,24.

## Vierte Klasse.

Salzsaures Ammonium	{ Eine geringe Menge erniedrigt den Siedpunkt um . . . Bei Sättigung der Auflösung er- hebt es den Siedpunkt um         }	0,45
		9,79.

Erniedrigen des  
Siedpunkts um

Kohlensäure des Kali.	} Eine geringe Menge erniedrigt den	Siedpunkt um . . . . .	0,45
		Bei Sättigung der Auflösung er- hebt es den Siedpunkt um . . . . .	11,2.

Man glaubte sonst, daß das Wasser sich nicht zusammenzudrücken lasse, allein Canton hat das Gegentheil bewiesen. Der Abt Mongez stellte ungleich später als Canton über denselben Gegenstand Versuche an, und erhielt ähnliche Resultate.

Wirkung der Wärme. 4. Läßt man Wasser durch eine glühende Röhre hindurch gehen, so wird es nicht verändert. Die Hitze an und für sich scheint dasselbe nicht zu zersetzen zu können, auch scheint das Licht ohne Wirkung darauf zu seyn. Absorbirt Luft. 5. Es besitzt die Eigenschaft, atmosphärische Luft zu absorbiren, und es hält, wenn es der Einwirkung derselben ausgesetzt war, einen Theil davon zurück. Die größte Menge dieser Luft entweicht beim Kochen des Wassers, daß aber unter diesen Umständen nicht alle Luft entweiche, hat Priestley durch Versuche dargethan, auch kann man sie gänzlich nur mit großen Schwierigkeiten abscheiden. Von der Gegenwart der Luft rührt der angenehme Geschmack des Wassers her; daher kommt es, daß gekochtes Wasser dem Gaumen so wenig behagt. Das Sauerstoffgas wird, wie Scheele zuerst gezeigt hat, vom Wasser noch begieriger als die atmosphärische Luft eingesogen, und fast in derselben Menge als die atmosphärische Luft.

Wie sich die Luft von demselben abscheiden läßt. Driesen hat gezeigt, daß, wenn man das Wasser gänzlich von Luft frei machen will, man

es wenigstens zwei Stunden lang kochen, und dann in einer wohlverstopften Flasche, die mit ihrer Mündung in Quecksilber getaucht worden, aufbewahren müsse. Wird es, nachdem es auf die angegebene Art gereinigt worden, auch noch so kurze Zeit der Luft ausgesetzt, so absorbirt es augenblicklich etwas von derselben; dieses dient zum Beweise, daß eine sehr nahe Verwandtschaft zwischen beiden Flüssigkeiten statt findet \*). Dieser Naturforscher hat folgendes Verfahren angegeben, um zu prüfen, ob Wasser völlig frei von Luft sey. Man färbt das Wasser mit Lackmus-Tinktur blau, füllt damit eine Flasche an, welche man mit ihrer Mündung unter Wasser bringt, und läßt in sie reines Salpetergas treten, bis ungefähr  $\frac{7}{10}$  der Flasche damit angefüllt ist. Enthält das Wasser Luft, so wird sich ein Theil des Salpetergases mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, und dadurch in Salpetersäure verwandelt werden; diese wird die Lackmus-Tinktur röthen. Auch die Menge der im Wasser enthaltenen Luft läßt sich aus der Menge Ammonium finden, die erforderlich ist, um die blaue Farbe der Lackmus-Tinktur wieder herzustellen. Behält die Lackmus-Tinktur die blaue Farbe, so kann man versichert seyn, daß das geprüfte Wasser keine beträchtliche Menge Luft enthalte \*\*).

Wirkung der  
einfachen brenn-  
baren Stoffe.

6. Das Wasser äußert in der Kälte keine merkliche Einwirkung auf die einfachen brennbaren Körper, und verbindet sich auch nicht mit ihnen. Der Schwefel und der Wasserstoff verändern dasselbe selbst bei der Glühhitze nicht, allein die Kohle zerlegt es bei dieser Tempe-

\*) Phil. Magaz. 1803. XV, 252.

\*\*) Ibid.

ratur. Noch hat man die Wirkung, die der Phosphor auf dasselbe bei der Glühhitze ausübt, nicht versucht.

Der Metalle. 7. Verschiedene Metalle werden durch das Wasser nicht verändert, andre zerlegen dasselbe, und werden zu gleicher Zeit in Dryden verwandelt. Die Wirkung der Metalle auf diese Flüssigkeit, ist übrigens schon an andern Orten angeführt worden.

Der Alkalien und Erden. 8. Das Wasser löst die Alkalien und alkalischen Erden auf, die andern Erden sind in demselben unauslöslich. Es verbindet sich auch mit den Säuren: überhaupt mit einer großen Menge von Substanzen; denn alle diejenigen, welche in demselben auflöslich sind, gehen mit ihm eine chemische Verbindung ein.

Berwandtschaft. 9. Die Verwandtschaft des Wassers gegen andre Körper ist ohne Zweifel sehr verschieden, ungeachtet es an Mitteln fehlt, diese Unterschiede, außer bei denen Körpern, welche gar keine, oder eine äußerst geringe Verwandtschaft gegen dasselbe haben, aufzufinden und selbst bei letzteren gelingt es nur bei wenigen. Das Dryde des Stickgases z. B. scheidet die atmosphärische Luft aus dem Wasser aus, und das schwefelhaltige Wasserstoffgas und das kohlen-saure Gas scheiden das Dryde des Stickgases ab. Hieraus ersieht man, daß die Verwandtschaften dieser Substanzen gegen das Wasser folgendermaßen angegeben werden müssen.

Kohlen-saures Gas.

Schwefelhaltiges Wasserstoffgas.

Dryde des Stickgases.

Atmosphärische Luft.

10. Alle Gasarten sind gewöhnlich mit einer gewissen Menge Wasser verbunden, die oft einen beträchtlichen Theil

ihres Gewichtes ausmacht. Ein Theil dieses Wassers kann den Gasarten dadurch entzogen werden, daß man sie mit solchen Substanzen in Berührung bringt, die eine große Verwandtschaft zu demselben haben, wie z. B. mit trockenem Kali; allein ein Theil hängt denselben so hartnäckig an, daß er vielleicht durch kein bekanntes Mittel ihnen entzogen werden kann.

Meinungen  
über die Natur  
des Wassers.

II. Die Alten hielten das Wasser für eines der vier Elemente aus welchen sie alle Körper zusammengesetzt glaubten. Hippokrates glaubte, das Wasser sey diejenige Substanz, welche Pflanzen und Thiere ernähret und erhält. Die Meinung, daß das Wasser ein unveränderliches Element sey, war bis auf Van Helmont's Zeiten die herrschende; der Pflanzen in reinem Wasser zum Wachsen brachte. Aus diesen Versuchen schloß man, daß sich das Wasser in alle in den Pflanzen enthaltenen Stoffe verwandeln lasse. Boyle der in einem hermetisch versiegelten Glase reines Wasser ein Jahr lang digerirte, erhielt einen Theil erdigter Schuppen; und schloß hieraus, daß das Wasser zum Theil in Erde verwandelt worden sey \*). Er erhielt dieselbe Erde als er Wasser in einem dünnen gläsernen Gefäße über langsamem Feuer destillirte \*\*). Marggraf wiederholte den Versuch, fand dieselben Resultate, und machte dieselbe Folgerung. Die Meinung dieser Naturforscher wurde aber keinesweges allgemein angenommen. Der letzte welcher sie vertheidigte, ist wahrscheinlich Wafelton, der seine Versuche über diesen Gegenstand im Journal de Physique vom Jahre 1773 bekannt machte.

Lavoisier hatte im Jahre 1773 gezeigt, daß die glä-

\*) Shaw's Boyle III, 417.

\*\*) Ibid. I, 267.

fernen Gefäße, in welchen die Destillation angestellt worden war, genau so viel am Gewicht verloren, als die erhaltene Erde wog. Hieraus folgt unwidersprechlich, daß diese Erde, welche Kieselerde war, von der Zersetzung der Gefäße herrühre; denn das Glas enthält eine beträchtliche Menge derselben. In der Folge zeigte Priestley, daß, wenn Wasser bei einer hohen Temperatur lange Zeit auf die Oberfläche des Glases wirkt, es dasselbe zersetze.

Geschichte der Jetzt weiß man, daß das Wasser ein Dryde  
Entdeckung der des Wasserstoffs, oder eine Zusammensetzung  
Bestandtheile des Wassers. aus Wasserstoff und Sauerstoff ist. Da diese  
Entdeckung eine fast durchgängig veränderte Ansicht der chemischen Erscheinungen hervorgebracht hat, indem durch sie eine Menge von Phänomenen, welche bis dahin unerklärbar waren, sich erklären lassen, so wird es nöthig seyn, hier die Schritte bemerkbar zu machen, welche nach und nach zu dieser Entdeckung führten.

Der erste welcher untersuchte, was beim Verbrennen des Wasserstoffgases erfolgte, war Scheele. Er schloß aus seinen Versuchen, daß während des Verbrennens sich der Wasserstoff mit dem Sauerstoffe verbinde, und daß das Produkt Wärme sey.

Im Jahre 1776 entzündete Macquer in Gesellschaft von Sigaud de la Fond das in einer Flasche enthaltene Sauerstoffgas, und hielt eine Pfanne über die Flamme, um zu sehen ob sich Ruß ansetzen werde. Die Pfanne blieb ungeschwärzt, nur fanden sie dieselbe mit Tropfen einer klaren Flüssigkeit bedeckt, welche sich bei der Untersuchung wie reines Wasser verhielt \*).

\*) Macquers Chem. Wörterbuch. B. II. S. 810.

Das darauf folgende Jahr verpufften Bucquet und Lavoisier eine Mischung aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, und untersuchten das daraus gebildete Produkt, über dessen Beschaffenheit sie im Voraus mehrere Vermuthungen gemacht hatten. Bucquet erwartete, daß dasselbe Kohlensaures Gas seyn würde; Lavoisier hingegen vermuthete, daß sie Schwefelsäure oder schweflichte Säure erhalten würden. Was das Produkt sey, blieb ununtersucht; allein sie überzeugten sich, daß es keine Kohlensäure, mithin Bucquets Hypothese ohne Grund sey \*).

Zu Anfang des Jahres 1781 entzündete Warltire auf Bitte von Priestley in einem kupfernen Gefäße eine Mischung aus beiden Gasarten, und fand nachher das Gewicht des Ganzen verringert. Priestley hatte vorher in der Gegenwart von Warltire denselben Versuch in einem gläsernen Gefäße angestellt. Dieses Gefäß wurde auf der inwendigen Seite feucht, und überzog sich mit einer rußigen Substanz \*\*), von der Priestley in der Folge vermuthete, daß sie von dem Quecksilber, dessen er sich zur Füllung der Gefäße bedient hatte, herrühre \*\*\*).

Im Sommer des Jahres 1781 entzündete Cavendish der von Priestley's und Warltire's Versuchen gehört hatte, 50000 Gran Maaß Wasserstoffgas, die er mit ungefähr  $2\frac{1}{2}$ mal dieser Menge atmosphärischer Luft vermischte, und erhielt 135 Gran reines Wasser. Er verbrannte bei einem andern Versuche 19500 Granmaaß Sauerstoffgas und

\*) Mem. Par. 1781. p. 470.

\*\*) Priestley V, 395.

\*\*\*) Phil. Trans. LXXIV, 332.

37000 Granmaaß Wasserstoffgas, und erhielt 30 Gran Wasser, dem etwas Salpetersäure beigemischt war. Aus diesen Versuchen schloß er, daß das Wasser ein zusammengesetzter Körper sey.

Cavendish muß demnach als der eigentliche Entdecker von der Zusammensetzung des Wassers angesehen werden. Er war der erste, welcher zeigte, daß durch Entzündung einer Mischung aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas Wasser hervorgebracht werde, und welcher die richtigen Folgerungen aus dieser Erscheinung zog. Auch Watt leitete ganz richtige Folgerungen aus den Versuchen von Priestley und Warltire ab, und stellte selbst mehrere Versuche an, um diesen Gegenstand zur Gewißheit zu bringen, ehe noch Cavendish seine Erfahrungen bekannt gemacht hatte. Er wurde aber durch einige Versuche von Priestley, die mit seinen Resultaten im Widerspruche zu stehen schienen, abgehalten, seine Versuche bekannt zu machen \*). Er hat demnach gleichfalls Ansprüche auf diese Entdeckung, Ansprüche, welche übrigens den Verdiensten von Cavendish keinen Eintrag thun, indem er nichts von den Versuchen und Folgerungen jenes Naturforschers wußte.

Unterdessen machte Lavoisier, der vermuthete, daß durch Detonation von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas Schwefelsäure oder schweflichte Säure gebildet werde, im Winter von 1781 bis 1782 in Gesellschaft von Gingembre Versuche über diesen Gegenstand. Sie füllten eine Flasche die sechs französische Pinten hielt mit Wasserstoffgas, entzündeten dasselbe, und schütteten ehe sie dieselbe zupfropften,

---

\*) Phil. Trans. LXXV, 330.

zwei Unzen (franz.) Kalkwasser hinein. Durch den Kork ging eine kupferne Röhre, durch welche ein Strom von Sauerstoffgas in die Flasche geleitet wurde, um das Verbrennen zu unterhalten. Ungeachtet sie diesen Versuch dreimal wiederholten, und anstatt des Kalkwassers eine schwache Auflösung von reinem Kali, oder auch reines Wasser in die Flasche brachten, so konnten sie doch kein durch das Verbrennen erhaltenes Produkt wahrnehmen \*). Lavoisier wurde durch dieses Resultat ausnehmend überrascht; er nahm sich daher vor, diesen Versuch mehr im Großen, und mit mehrerer Genauigkeit anzustellen. Mit Hülfe von Röhren, welche mit Hähnen versehen waren, war er im Stande beide Gasarten, so wie sie mangelten, zuzuleiten, dadurch konnte er das Verbrennen so lange als es ihm beliebte, fortsetzen.

Der Versuch wurde im Jahre 1783 am 24ten Junius von Lavoisier und La Place in Gegenwart von le Roi, Vandermonde, mehreren andern Akademisten, und von Blagden angestellt. Letzterer benachrichtigte die Gesellschaft, daß Cavendish schon früher diese Arbeit unternommen, und Wasser erhalten habe \*\*). Das Verbrennen wurde so lange fortgesetzt, bis der Vorrath an Gas gänzlich erschöpft war. Das Resultat des Versuches waren 295 Gran Wasser, welches bei der strengsten Untersuchung vollkommen rein gefunden wurde. Aus diesem Versuche schloß Lavoisier, daß das Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt sey. Monge stellte bald darauf dieselben Ver-

---

\*) Mem. Par. 1781. p. 470.

\*\*\*) Ibid. p. 472.

suche an, und erhielt ein ähnliches Resultat, er wurde hierauf wieder von Lavoisier und Laplace so sehr im Großen wiederholt, daß auch nicht der mindeste Zweifel in Rücksicht der erhaltenen Resultate blieb \*).

*Beweise.* Der Beweis, daß das Wasser eine Zusammensetzung aus Sauerstoff und Wasserstoff sey, ist der, daß wenn eine Mischung aus beiden Gasarten in dem erforderlichen Verhältnisse entzündet wird, die Gasarten gänzlich verschwinden, und an ihrer Stelle eine Menge reines Wasser angetroffen werde, deren Gewicht mit dem der verschwundenen Gasarten so genau stimmt, als es irgend bei Versuchen die so fein sind, erwartet werden kann.

Das Wasserstoffgas wird bei diesen Versuchen aus dem gläsernen Gefäße in welchem es enthalten ist, mittelst einer Röhre die einen Hahn hat, langsam in eine Glaskugel welche mit Sauerstoff angefüllt ist, geleitet. Man entzündet es am Ende der Röhre entweder mittelst eines electrischen Funkens, oder durch Phosphor, und es fährt fort so lange zu brennen, bis alles verzehrt ist.

Durch eine ähnliche Vorrichtung wie bei dem Wasserstoffgase kann aus einem andern Gefäße, wenn es nöthig seyn sollte, auch Sauerstoffgas zugeleitet werden. Das gebildete Wasser verdichtet sich in der gläsernen Kugel. Man muß sehr viele Sorgfalt anwenden, um damit die Gasarten gehörig rein sind, und damit das Gewicht derselben so wie die Beschaffenheit des nach dem Verbrennen als Rückstand bleibenden Gases genau bestimmt werden. In Rücksicht dieser Punkte verweise ich aber auf die Nachricht von den Versuchen selbst

---

\* Mem. Par. 1781. P. 474.

die von den französischen Chemisten in den Jahrbüchern der Akademie gegeben worden ist.

Derjenige Versuch welchen man für den genauesten halten kann, wurde im Jahre 1790 von Seguin, Fourcroy und Bauquelin angestellt \*). Das Gewicht der zu diesem Versuche angewandten Gasarten betrug

	Gran Troy Ge- wicht.
Wasserstoffgas . . . . .	862,178
Sauerstoffgas . . . . .	5296,659
Stickgas . . . . .	151,402 **).
<hr/>	
Summe	6310,239.

Das erhaltene Wasser wog 5943,798 Gran Troy Gewicht, oder 12 Unzen 7 Drachmen, 15,798 Gran. Es war völlig frei von Säure, und kam in allen Eigenschaften mit reinem Wasser überein. Sein specifisches Gewicht verhielt sich zu dem des destillirten Wassers wie 18671 zu 18670; oder fast wie 1,000053 zu 1.

Der in dem Gefäße nach dem Verbrennen befindliche gasförmige Rückstand betrug 382,465 Gran Troy Gewicht, bei damit vorgenommener Prüfung fand man in demselben folgende Bestandtheile:

	Gran Troy Ge- wichte.
Stickgas . . . . .	170,258
Kohlensaures Gas . . . . .	23,306
Sauerstoffgas . . . . .	188,371
Wasserstoffgas . . . . .	0,530
<hr/>	
Summe	382,465.

\*) Ann. de Chim. VIII, 225.

\*\*) Dieses Gas rührte theils davon her, daß das Sauerstoff-

Gran Troy Ge-  
wicht.

Es betrug demnach das Gewicht, sämtli- cher Gasarten . . . . .	6310,239
Das des erhaltenen Wassers, nebst dem des gebliebenen Rückstandes . . . . .	6326,263
Unterschied beider Größen	16,024.

Es sind demnach 16,024 Gran mehr erhalten, als angewendet worden. Dieses nähert sich der völligen Uebereinstimmung so sehr, als sich irgend bei einem Versuche der Art erwarten läßt. Die Gegenwart des geringen Ueberschusses an Stickgas nach dem Verbrennen läßt sich nur dadurch erklären, daß man annimmt, es sey während des Versuches etwas atmosphärische Luft in die Gefäße eingedrungen.

Da die größte Sorgfalt angewendet worden war, um die Beimischung von kohlenfaurem Gase zu verhindern, so muß der nach dem Verbrennen gefundene Antheil während des Versuches gebildet worden seyn. Es war mithin unter den Bestandtheilen etwas Kohle vorhanden. Da nun der Zink oft Kohle enthält, und das Wasserstoffgas die Eigenschaft besitzt, Kohle aufzulösen; so ist sie wahrscheinlich auf diesem Wege unter die Bestandtheile gebracht worden. Die im Rückstande befindliche Kohlen Säure wog 23,306 Gran, diese bestehen nach Lavoisiers Berechnung aus 8,958 Gran Kohle und 14,348 Gran Sauerstoff.

Zieht man diese 8,958 Gran Kohle und die 0,530 Gran Wasserstoff, welche in dem Gefäß zurück blieben, von der ganzen Menge des Wasserstoffs ab, so blieben 852,690 Gr. Wasserstoff, welche bei diesem Versuche verzehrt worden sind.

---

gas nicht vollkommen rein war, theils davon, daß nicht alle atmosphärische Luft abgehalten werden konnte.



suche verbrauchten Gasarten, und daß außerdem eine beträchtliche Menge Salpetersäure gebildet wurde. Der Versuch, welcher mit der größten Menge Gas angestellt wurde und aus dem er seine Folgerungen ableitete, gab folgende Resultate.

Es wurden 442 Gran Flüssigkeit erhalten; diese wurde von Keir untersucht. Sie hatte eine grüne Farbe, und bestand aus Wasser und salpetersaurem Kupfer, außerdem waren aus ihr 72 Gran braunes Kupferoxyde niedergefallen. Keir fand, daß die Menge der erhaltenen Salpetersäure  $\frac{1}{20}$  von der Menge des zum Versuche verwandten Sauerstoffgases betrug. In diesem Falle war demnach ein Theil Sauerstoffgas und Wasserstoffgas gänzlich verschwunden. Was ist aus diesen geworden? Priestley antwortet, sie haben sich mit einander verbunden, und dadurch ist Salpetersäure gebildet worden. Allein die Menge der erhaltenen Salpetersäure beträgt nur  $\frac{1}{20}$  vom Gewichte derselben; dessen ungeachtet behauptet Priestley, daß sie allen in den Gasarten befindlichen Sauerstoff und Wasserstoff enthalte, und daß was an dem Gewichte fehle, von einem Antheile Wasser herrühre, welcher von den Gasarten aufgelöst worden. Das Sauerstoffgas (denn das Wasserstoffgas soll ganz außer Acht gelassen werden, weil Priestley es nicht in Rechnung brachte) ist demnach aus einem Theile Salpetersäure und 19 Theilen Wasser zusammengesetzt. Wodurch läßt sich dieses beweisen? Priestley versichert durch Versuche gefunden zu haben, daß die Hälfte des kohlensauren Gases aus reinem Wasser bestehe. Zugegeben dieses sey so, so kann daraus doch unmdglich gefolgert werden, daß das Sauerstoff-

erstoffgas aus  $\frac{1}{2}\frac{2}{2}$  Wasser, oder fast gänzlich aus Wasser bestehe.

Es ist also ganz unmöglich in Priestley's Versuchen, wenn man auch seinen scharfsinnigen Voraussetzungen und Vermuthungen alle Stärke einräumt, einen befriedigenden Grund für das Verschwinden beider Gasarten und das Vorkommen des Wassers aufzufinden; es sey denn, daß man annehme, daß letzteres aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt sey. Erwägt man ferner, daß das Sauerstoffgas fast nie frei von aller Beimischung von Stickgas dargestellt werden kann, und daß das Sauerstoffgas dessen sich Priestley zu seinen Versuchen bediente, entweder aus dem rothen Bleyoxyde, oder dem schwarzen Magnesiumoxyde, oder dem rothen Quecksilberoxyde, mithin aus Substanzen, die stets eine beträchtliche Menge Stickstoff enthalten, entbunden worden war; so wird man, da durch die überzeugendsten Versuche dargethan worden, daß die Salpetersäure eine Verbindung aus Stickstoff und Sauerstoff ist, die Entstehung dieser Säure sehr begreiflich finden. Bedient man sich hingegen, wie in dem Versuche von Seguin eines Sauerstoffgases, das ganz frei von Stickgas ist, so zeigt das erhaltene Wasser keine Spur von Salpetersäure.

Statt daß demnach durch Priestley's Versuche die Lehre von der Zusammensetzung des Wassers widerlegt, und der Satz festgestellt wird, daß Salpetersäure eine Zusammensetzung aus Sauerstoff und Wasserstoff sey, wird dadurch vielmehr das Gegentheil bestätigt. Einen sehr merkwürdigen Umstand lernen wir übrigens aus Priestley's Versuchen, daß die Gegenwart des Kupfers die Menge der Salpetersäure, die unter diesen Umständen gebildet wird, vermehre.

Der Beweis für die Zusammensetzung des Wassers durch Verbrennen einer Mischung aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, wird dadurch noch überzeugender, wenn man den Versuch umkehrt. Läßt man elektrische Funken durch Wasser gehen, so wird ein Theil desselben zersetzt, und in Sauerstoffgas und Wasserstoffgas verwandelt.

Van Troostwyck, Dieman und Cuthbertson füllten eine dünne Glasröhre, welche  $\frac{1}{8}$  Zoll im Durchmesser hatte, und 12 Zoll lang war, mit destillirtem Wasser. Das eine Ende der Röhre war zugeschmolzen worden, allein im Augenblick des Zuschmelzens wurde ein dünner Golddrath in die Röhre gebracht. Ein anderer Drath war in das offene Ende der Röhre gesteckt worden, und konnte dem ersten Drathe genähert, und von ihm entfernt werden. Mit Hülfe dieser Dräthe ließen sie eine große Menge elektrischer Funken durch das Wasser hindurchgehen. Bei jedem Funken zeigten sich zahlreiche Luftbläschen, welche sich im obern Theile der Röhre sammelten. War die dadurch gebildete Luftsäule so weit verlängert worden, daß der elektrische Funke durch sie hindurchging, so erfolgte eine Explosion, und die Luftsäule verschwand gänzlich; sie muß demnach aus einer Mischung Sauerstoffgas und Wasserstoffgas bestanden haben, und diese Gasarten müssen durch Zersetzung des Wassers gebildet worden seyn. Da jene Chemisten das Wasser vorher luftleer gemacht, auch mit der größten Sorgfalt den Zutritt der atmosphärischen Luft abgehalten hatten; ferner die Menge der sich erzeugenden Luft im Verfolge des Versuches eher zunahm, als abnahm, so kann die Entstehung der Gasarten unmöglich von der im Wasser aufgelösten atmosphärischen Luft abgeleitet werden; auch würde atmosphärische Luft nicht de-

tonirt, und einen so geringen Rückstand, der nicht mehr als  $\frac{1}{30}$  des Ganzen betrug, gelassen haben. Auch dem Einwurfe, daß der elektrische Funke beigetragen habe, Wasserstoffgas zu bilden, begegneten sie dadurch, daß sie ihn durch Schwefelsäure und Salpetersäure hindurchgehen ließen, wo sie dann nicht Wasserstoffgas, sondern Sauerstoffgas erhielten \*).

Diese Versuche sind in der Folge von Pearson in Verbindung mit Cuthbertson wiederholt worden. Er brachte mit Hilfe der Elektrizität eine beträchtliche Menge Gas aus dem Wasser hervor, das bei der Vermischung mit Salpetergas in seinem Volumen vermindert wurde, und die Bildung von Salpetersäure veranlaßte. Es muß demnach der Sauerstoff einen Bestandtheil desselben ausgemacht haben. Wurde der Rückstand mit Sauerstoffgas vermischt, so erfolgte beim Durchgange des elektrischen Funkens durch die Mischung, eine Verminderung des Volumens; eben so, als wie wenn Sauerstoffgas und Wasserstoffgas mit einander vermischt wurden. Es muß folglich auch der Wasserstoff einen Bestandtheil des erhaltenen Gases ausgemacht haben. Ließ man durch das aus dem Wasser erhaltene Gas, einen elektrischen Funken hindurchgehen; so verschwand es, indem es wahrscheinlich in Wasser verwandelt wurde \*\*).

Dieses sind die Versuche, durch welche die Bestandtheile des Wassers ausgemittelt worden sind. Betrachtet man sie aufmerksam, und vergleicht man sie mit einer großen Anzahl anderer chemischen Erscheinungen, die alle zur Bestätigung

\*) Jour. de Phys. XXXV, 369.

\*\*\*) Nicholson's Journal I, 242.

derselben beitragen; so muß man, meiner Ueberzeugung zufolge, einräumen, daß kaum irgend ein anderes chemisches Faktum aufgestellt werden kann, das durch so überzeugende Gründe unterstützt wird. Es giebt zwar einige galvanische Erscheinungen, die damit nicht ganz verträglich scheinen; allein die Natur dieser sonderbaren Kraft ist bis jetzt noch zu unvollkommen gekannt, als daß man auch nur eine Vermuthung über dieselben mit Sicherheit wagen könnte.

### Dritter Abschnitt.

#### W o m D r y d e d e s S t i c k s t o f f s .

Es sind jetzt nur noch die Zusammensetzungen zu betrachten übrig, welche der Stickstoff mit dem Sauerstoffe darstellt; denn die Verbindungen der Salzsäure mit dem Sauerstoffe sind stets als Säuren betrachtet worden. Der Stickstoff bildet mit dem Sauerstoffe zwei Zusammensetzungen, die Priestley beide entdeckt hat. Sie lassen sich nur in einem gasförmigen Zustande darstellen, daher ist die erste: gasförmiges salpetriges Dryde, oxydirtes Stickgas (nitrous oxide-gas); die andre, gasförmiges Salpeteroxyde, Salpetergas (nitric oxide-gas), genannt worden.

#### I. Gasförmiges salpetriges Dryde, oder auch oxydirtes Stickgas.

Geschichte. Das oxydirte Stickgas wurde von Priestley im Jahre 1776 entdeckt, und von ihm dephlogistisirtes Salpetergas genannt. Die holländischen Chemisten untersuchten es im Jahre 1793, und zeigten, daß es eine Zu-

sammensetzung aus Stickstoff und Sauerstoff sey \*). Die vollständigere Kenntniß der Eigenschaften desselben, verdanken wir aber Herrn Davy der im Jahre 1800 eine vortrefliche Abhandlung darüber bekannt gemacht hat. Er nannte dasselbe salpetriges Dryde (nitrous oxide)\*\*).

**Vereitung.** 1. Es läßt sich durch folgende Verfahrensarten bereiten. Man setzt krySTALLISIRTES salpetersaures Ammonium in einer Retorte, vermittelst eines Lampenfeuers einer Hitze aus, die nicht unter  $340^{\circ}$ , nicht über  $500^{\circ}$  ist. Es schmilzt bald, und wird zersezt, wobei sich eine beträchtliche Menge Gas entwickelt, das zur Mündung der Retorte herausdringt, und in gläsernen Gefäßen auf die gewöhnliche Art aufgefangen werden kann. Dieses Gas ist das oxydirte Stickgas. Dieses Verfahren dasselbe zu bereiten ist zuerst von Berthollet angegeben, nachher aber von Davy sehr vereinfacht worden †).

**Eigenschaften.** 2. Das auf dem beschriebenen Wege erhaltene oxydirte Stickgas, besitzt alle mechanische Eigenschaften der Luft; es ist aber ungleich schwerer als die atmosphärische Luft, indem sein specifisches Gewicht nach Davy's Bestimmung 0,00197 beträgt; sich folglich zu dem der atmosphärischen Luft wie 5 zu 3 verhält ††). Hundert Kubikzoll desselben wiegen 50,2 Gran.

\*) Jour. de Phys. XLII, 323.

\*\*\*) Researches concerning chiefly nitrous oxide.

†) Proust hat die sehr richtige Bemerkung gemacht; das dasjenige Gas, welches zu Anfang des Processes übergeht, sich etwas vom oxydirten Stickgas unterscheidet, doch aber kein Salpetergas sey.

††) Davy's Researches pag. 94.

Es ist fähig das Verbrennen zu unterhalten. In dieser Rücksicht übertrifft es die atmosphärische Luft, und nähert sich dem Sauerstoffe. Ein Licht breunt in demselben mit glänzender Flamme, und prasselndem Geräusche. Kein brennbarer Körper brennt aber in demselben eher, als bis er in den Zustand des Glühens versetzt worden.

Priestley und die holländischen Chemisten behaupteten, daß es sich nicht einathmen lasse; allein sie untersuchten es nicht im Zustande der Reinheit \*). Davy versichert, daß man es mehrere Minuten lang ohne nachtheilige Folgen einathmen könne. Die Gefühle, welche das Einathmen desselben hervorbringt, ähneln denen der Trunkenheit; allein es folgt darauf nicht der Zustand von Schwäche und Erschöpfung, der stets die Trunkenheit begleitet \*\*).

\*) Priestley fand bei einem Versuche, daß eine Maus das selbe fünf Minuten lang ohne Beschwerde einathmete. In diesem Versuche scheint er mit einem sehr reinen oxydirten Stickgas gearbeitet zu haben.

\*\*\*) Davy beschreibt die Wirkungen, welche es auf ihn hatte, folgendermaßen. „Nachdem ich meine Nasenlöcher verschlossen, und meine Lungen geleert hatte, athmete ich vier Quart oxydirtes Stickgas aus einem und in einen seidenen Beutel. Die ersten Gefühle ähnelten denen in dem letzten Versuche (Schwindel); allein da ich das Einathmen dieses Gases fortsetzte, so verminderten sie sich in weniger als einer halben Minute nach und nach, und es folgte darauf eine Empfindung, die einem leisen Drucke auf die Muskeln ähnelte, und zugleich mit einem angenehmen Kitzel im Oberleibe und den Extremitäten vergesellschaftet war. Die mich umgebenden Gegenstände erschienen mir glänzend, und mein Gehör war schärfer. Gegen das Ende des Einathmens nahm die kitzelnde Empfindung zu, und das Gefühl der Muskelkraft wurde größer. Zuletzt überfiel mich ein unwiderstehlicher Hang, mich zu bewegen und thätig zu seyn. Nur unvoll-

Man kann es nicht länger als vier Minuten einathmen, weil sonst der willkürliche Gebrauch der Kräfte aufhört. Sperrt man Thiere in dieses Gas ein, so gaben sie anfänglich keine Zeichen von Unbehaglichkeit; allein sie verfallen bald in eine Rastlosigkeit, und sterben, wenn sie nicht in kurzer Zeit herausgenommen werden. Hieraus geht hervor, daß ungeachtet dieses Gas sich einathmen läßt, es doch in einem mindern Grade als atmosphärische Luft und Sauerstoffgas respirabel ist \*).

Wirkung des 3. Das oxydirte Stickgas wird wie Priest-  
Wassers. ley gezeigt hat, begierig vom Wasser absorhirt; durch Schütteln kann man die Absorbition noch vermehren. Das Wasser absorhirt von diesem Gas 0,54 Theile dem Volumen, 0,27 Theile dem Gewichte nach. Es nimmt einen süßlichen Geschmack an; unterscheidet sich aber in seinen übrigen Eigenschaften nicht merklich, von gemeinem Wasser. Durch Kochen läßt sich das absorbirte Gas unverändert austreiben \*\*). Wenn diese Gasart vom Wasser eingefogen wird, so verdrängt sie die im Wasser befindliche atmosphärische

---

Kommen bin ich mir dessen, was darauf folgte, bewußt; daß weiß ich, daß meine Bewegungen mannigfaltig und heftig waren.

Diese Wirkungen ließen, nachdem ich dieses Gas einzuathmen aufhörte, bald nach. In zehn Minuten war der natürliche Zustand meines Gemüthes wieder hergestellt. Der Kitzel in den Extremitäten dauerte länger als irgend eine andere Empfindung.“ Davy's Researches pag. 457. „Dieses Gas ist von mehreren eingeathmet worden, und fast jeder fühlte dasselbe; doch brachte es bei wenigen gar keine, bei andern eine schmerzhaft empfindung zuwege.“

\*) Davy's Researches pag. 94.

\*\*\*) Priestley II, 81.

Luft aus der Stelle. Hieraus läßt sich das Dafeyn eines Anthells athmosphärischer Luft erklären, der wenn dieses Gas einige Zeit mit einer hinreichenden Menge Wasser in Berührung war, stets in demselben angetroffen wird \*).

4. Die Einwirkung des Lichtes, und auch eine Temperatur, welche niedriger als die Glühhitze ist, verändern dieses Gas nicht. Läßt man es aber durch eine glühende porcellanene Röhre hindurchgehen; oder läßt man elektrische Funken durch dasselbe schlagen; so wird es zersezt, und in Salpetersäure und athmosphärische Luft verwandelt \*\*).

5. Zwischen diesem Gas und der athmosphärischen Luft oder dem Sauerstoffgase, findet keine Einwirkung statt.

6. Der Schwefel wird bei der gewöhnlichen Temperatur der Athmosphäre von dieser Gasart nicht verändert. Bringt man entzündeten, mit einer blauen Flamme brennenden Schwefel in dasselbe; so verlöscht er augenblicklich, der mit einer weißen Flamme brennende Schwefel hingegen, fährt einige Zeit fort mit lebhaftem Glanze, und mit einer schön rothen Flamme zu brennen. Die Produkte sind Schwefelsäure und Stickgas. Nachdem ungefähr die Hälfte des oxydirten Stickgases zersezt worden, erlischt der Schwefel \*\*\*).

Der Phosphor läßt sich in diesem Gase schmelzen und sublimiren, ohne verändert zu werden. Auch dann, wenn er mit einem rothglühenden Drathe berührt wird, entzündet

\*) Davy p. 89.

\*\*) Priestley II, 91. et Davy Researches p. 279.

\*\*\*) Davy Researches p. 303.

er sich nicht; wird hingegen der Drath weißglühend gemacht, so brennt oder vielmehr detonirte er, mit ausnehmender Heftigkeit. Die Produkte sind Stickgas, Phosphorsäure und Salpetersäure: ein Theil des Dryde bleibt unzersezt \*).

Kohle welche in dieses Gas eingeschlossen worden, läßt sich durch ein Brennglas entzünden. Sie fährt fort mit lebhaftem Glanze zu brennen, bis ungefähr die Hälfte des Gases verzehrt worden ist. Die Produkte sind kohlenensaures Gas und Stickgas \*\*).

Eine Mischung aus Wasserstoffgase und oxydirtem Stickgase detonirt, wenn man sie der Glühhitze aussetzt, oder den elektrischen Funken durch sie hindurchgehen läßt, heftig mit einer rothen Flamme. Ist die Mischung aus fast gleichen Theilen von beiden Gasarten gemacht worden, so sind die Produkte Wasser und Stickstoff; ist die Menge des Wasserstoffgases nur gering, so wird auch Salpetersäure gebildet †).

Auch das schwefelhaltige, phosphorhaltige und kohlenstoffhaltige Wasserstoffgas brennen, wenn sie mit oxydirtem Stickgase gemischt, einer starken Glühhitze ausgesetzt werden. Die Produkte sind nach dem Verhältnisse in welchem beide Gasarten gemischt werden, verschieden.

7. Weder der Stickstoff, noch die Salzsäure scheinen eine ausgezeichnete Wirkung auf dieses Gas zu haben.

8. Auf einige Metalle wirkt es bei einer hohen Temperatur äußerst lebhaft. Ein Eisen-

\*) Davy Researches pag. 303.

\*\*) Ibid. pag. 311.

†) Priestley II, 83., Davy Researches p. 286.

drath brennt z. B. in ihr mit eben dem Glanze, wie im Sauerstoffgase: doch dauert das Verbrennen nur sehr kurze Zeit. Das Eisen wird in schwarzes Eisenoxyde verwandelt; ein Theil des oxydirten Stickgases wird zerlegt, sein Stickstoff entwickelt, während sich sein Sauerstoff mit dem Eisen verbindet \*). Das Zink wird auf ähnliche Art oxydirt \*\*). Die Wirkung desselben auf andre Metalle ist noch nicht untersucht worden.

9. Das oxydirte Stickgas verbindet sich mit den Alkalien, und bildet Salze von eigenthümlicher Beschaffenheit. Die Entdeckung dieser Zusammensetzungen verdanken wir dem Scharfsinne von Davy. Werden die Alkalien dem oxydirten Stickstoffe im gasförmigen Zustande ausgesetzt; so findet keine Verbindung statt; bringt man aber beide in dem Augenblicke da dieses Gas gebildet wird, in Berührung; so erfolgt die Verbindung zwischen beiden leicht. Da diese Verbindungen bis jetzt noch keinen Namen erhalten haben, so könnte man sie stickstoffhaltige Verbindungen (azotites) nennen, bis eine bessere Bezeichnung dafür gefunden worden \*).

Das stickstoffhaltige Kali läßt sich folgendermaßen bereiten. Salpetergas (von dem in der Folge geredet werden wird) wird mit krystallisirtem schweflichtsaurem Kali \*\*) in Berührung gebracht. Dadurch verliert es nach

\*) Priestley II, 86.

\*\*) Davy Researches p. 317.

\*) Davy hat vorgeschlagen, diese Verbindungen Nitroxys zu nennen, allein gegen diese Bezeichnung läßt sich einwenden, daß sie den Regeln, die bei der Bildung der chemischen Terminologie befolgt werden, entgegen sey.

\*\*) Kali mit schweflichter Säure verbunden. Dieses Salz hat eine sehr starke Verwandtschaft zum Sauerstoff; es absorbirt

und nach einen Theil seines Sauerstoffs, und wird in oxydirtes Stickgas verwandelt. Vermischt man fein gepulvertes schweflichtsaures Kali mit Kali; und setzt man die Mischung eine geraume Zeit der Einwirkung einer beträchtlichen Menge oxydirten Stickgases aus; so wird das Salz fast gänzlich in schwefelsaures Kali verwandelt, während das oxydirte Stickgas, so wie es gebildet wird, sich mit dem freien Kali verbindet. Dem zufolge wird das Salz in schwefelsaures und in stickstoffhaltiges Kali verwandelt. Das schwefelsaure Kali läßt sich durch Auflösen, Verdunsten und Krystallisiren bei einer niedern Temperatur abscheiden.

Das stickstoffhaltige Kali schießt in unregelmäßigen Krystallen an. Es besteht aus ungefähr drei Theilen Kali und einem Theile oxydirten Stickgase. Es ist in Wasser auflöslich, hat einen kaustischen, eigenthümlich stechenden Geschmack. Blaue Pflanzenfarben werden davon grün gefärbt. Gepulverte Kohle, die damit vermischt und dann entzündet wird, brennt mit schwachem Funkenwerfen, Wirft man es in schmelzendes Zink, so erfolgt eine schwache Entzündung. Alle Säuren, selbst die Kohlensäure, scheinen das oxydirte Stickgas vom Kali trennen zu können \*). Die übrigen Eigenschaften dieses Salzes sind noch nicht untersucht worden.

Das stickstoffhaltige Natrum läßt sich auf ähnliche Art darstellen, und scheint sich in Ansehung seiner Eigen-

denselben aus dem oxydirten Stickgase, und wird in schwefelsaures Kali verwandelt. Dadurch wird der Uebergang des Salpetersgases in oxydirtes Stickgas bewirkt.

\*) Davy Researches p. 262.

schaften dem stickstoffhaltigen Kali zu nähern. Das oxydirte Stickgas wird bei einer Temperatur zwischen  $400^{\circ}$  und  $500^{\circ}$  ausgetrieben. Es hat einen schärfern Geschmack als das stickstoffhaltige Kali, und scheint eine geringere Menge oxydirtes Stickgas zu enthalten \*\*).

Die Verbindung des oxydirten Stickgases mit den Erden und dem Ammonium wollte Davy nicht gelingen; allein er macht es wahrscheinlich, daß diese Verbindungen statt finden können.

Zusammensetzung. 10. Aus der Beschreibung der Eigenschaften des oxydirten Stickgases, die so eben geliefert worden ist, geht hervor, daß es das Verbrennen befördert, folglich muß in ihm der Sauerstoff in eben dem Zustande wie in andern Feuerträgern enthalten seyn. Daß der andere Bestandtheil desselben Stickstoff sey, läßt sich nicht bezweifeln; indem stets, wenn dieses Gas zersezt wird, Stickstoff oder Salpetersäure entwickelt wird. Die Versuche von Davy zeigen ferner, daß außer den genannten keine andere Bestandtheile in diesem Gase enthalten sind. Dieser Naturforscher fand, daß 39 Maaß oxydirtes Stickgas 40 Maaß Wasserstoffgas sättigen können, und daß nach dem Verbrennen 41 Maaß Stickgas übrig bleiben. Es erfordern aber 40 Maaß Wasserstoff zu ihrer Sättigung 20,8 Maaß Sauerstoff \*). Hieraus würde folgen, daß wenn die Bestandtheile des oxydirten Stickgases mit einander gemengt, nicht aber chemisch verbunden wären, sie ein um ein Drittheil größeres Volumen einnehmen würden. Denn die 40 Maaß oxydirtes Stickgas würden sich

---

\*\*) Davy's Researches pag. 268.

\*) Ibid. p. 291.

in 20,8 Maasß Sauerstoffgas, und 40 Stickgas \*) zerfallen lassen. Allein 20,8 Kubikzoll Sauerstoffgas wiegen ungefähr 7 Gran, und 40 Kubikzoll Stickgas ungefähr 12 Gran. Hieraus folgt, daß das oxydirte Stickgas dem Gewichte nach aus 7 Theilen Sauerstoff und 12 Theilen Stickstoff bestehe, folglich in 100 Theilen, aus:

63 Stickstoff
37 Sauerstoff
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 100.

Diese Bestimmung trifft sehr wohl mit dem specifischen Gewichte des oxydirten Stickgases überein. Ist das hier angegebene Verhältniß richtig; so müssen 39 Kubikzoll oxydirtes Stickgas 19 Gran wiegen; sie wiegen aber wirklich 19,66 Gran. Das Verhältniß der Bestandtheile welches die holländischen Chemisten gefunden haben, weicht von den Resultaten welche Davy bei seinen Versuchen erhielt, nur wenig ab.

Noch kennt man die Natur dieser sonderbaren Verbindung nicht vollständig. Davy hat ein sehr interessantes Feld für die Untersuchung eröffnet, das, wenn es weiter bearbeitet wird, sehr merkwürdige Aufschlüsse über das Verbrennen hoffen läßt: eine Operation die inniger mit dem Stickstoffe und seinen Zusammensetzungen verwebt zu seyn scheint, als man bisher vermuthet hat.

## II. Vom Salpetergase oder dem Salpeteroxyde.

Das Salpetergas welches richtiger Salpeteroxyde genannt werden sollte, wurde zufällig von Hales entdeckt, allein seine Natur und Eigenschaften wurden erst

---

\*) Ich habe das eine Maasß ausgelassen, weil die Gasarten nicht vollkommen rein waren.

durch Priestley genauer untersucht. Die Abhandlung in welcher er sich mit diesem Gegenstande beschäftigt, gehört zu den ersten Versuchen dieses Naturforschers, das damals unbekannte Gebiet der pneumatischen Chemie aufzuklären. Da die Erscheinungen welche diese gasförmige Substanz darbietet, auß<sup>r</sup> innigste mit den wichtigsten Untersuchungen der Chemie verwebt sind; so sind die Eigenschaften derselben mit der größt<sup>n</sup> Sorgfalt untersucht worden, und sie hat die Aufmerksamkeit jedes ausgezeichneten Chemisten auf sich gezogen.

**Bereitung.** 1. Man kann dieses Gas durch folgendes Verfahren darstellen. Es wird Kupferseile in einer gläsernen Retorte mit verdünnter Salpetersäure übergossen. Das Metall wird schnell mit lebhaftem Aufbrausen aufgelöst, zu gleicher Zeit dringt eine beträchtliche Menge Gas zur Mündung der Retorte heraus, das in gläsernen Gefäßen aufgefangen werden kann. Dieses Gas ist Salpetergas.

**Eigenschaften.** 1. Wenn es rein ist, so ist es undurchsichtig wie atmosphärische Luft, mit der es auch in Ansehung der mechanischen Eigenschaften übereinkommt. Sein specifisches Gewicht beträgt nach Kirwan 0,001458 \*); nach Davy 0,001343 \*\*). Die letzte Angabe ist wohl die richtigere, da Davy bei seinen Versuchen ein richtigeres Resultat als Kirwan erhalten konnte. Das Salpetergas verhält sich in Ansehung des Gewichtes zu dem der atmosphärischen Luft wie 34 zu 31. Hundert Kubikzoll desselben wiegen 34,26 Gran. Das Salpetergas äußert auf die Thiere eine höchst nach-

---

\*) On Phlogiston pag. 28.

\*\*) Davy's Researches pag.

theilige Wirkung, und verursacht, wenn es eingeathmet wird, augenblickliches Erstickten.

unterhält das Die meisten brennenden Körper erlöschen  
Verbrennen. in diesem Gase. Ein Licht verlöscht z. B. in dem Augenblicke, da es in Salpetergas getaucht wird; dasselbe findet bei dem Schwefel selbst dann statt, wenn er vorher mit einer weißen Flamme brennt. Es kann aber doch, wie Priestley und Davy bei ihren Versuchen fanden, das Verbrennen verschiedener Körper unterhalten. Wird Homberg'scher Pyrophor in Salpetergas gebracht \*), so entzündet er sich eben so von selbst, wie in atmosphärischer Luft. Auch Phosphor, der brennend in dieses Gas getaucht wird, brennt mit eben dem lebhaften Glanze, wie im Sauerstoffgase \*\*).

Wirkung der 4. Mischt man Salpetergas und atmosphärische  
Luft. rische Luft zusammen, so nimmt die Mischung augenblicklich eine gelbe Farbe an; es entwickelt sich Wärmestoff, und das Volumen beider Gasarten wird beträchtlich vermindert. Werden die Gasarten über Quecksilber gemischt, so erfolgt die Verminderung des Volumens langsam; über Wasser hingegen schnell. Hat die Verminderung ihr Maximum erreicht, so wird die Mischung vollkommen durchsichtig. Die gelbe Farbe rührt von einem Antheile salpetriger Säure her, welcher gebildet worden ist, und die Verminderung des Volumens von der nach und nach erfolgenden Absorption und Verdichtung dieser Säure. Was alsdann noch im Rückstan-

\*) Diese Substanz soll in der Folge beschrieben werden. Der verbrennliche Theil derselben ist Schwefel und Kohle.

\*\*\*) Davy's Researches p. 134.

de gefunden wird, ist Stickgas. Die Ursache dieser merkwürdiger Erscheinung fällt in die Augen. Das Salpetergas verbindet sich mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft, und bildet salpetrige Säure, welche verdichtet wird, während der Stickstoff der atmosphärischen Luft im gasförmigen Zustande zurückbleibt.

Mischt man demnach gleiche Theile Salpetergas und atmosphärische Luft zusammen, so stehet die Verminderung des Volumens stets mit der Menge des in derselben enthaltenen Sauerstoffgases im Verhältniß; und so dienet das Salpetergas überhaupt dazu, das Verhältniß dieser Substanz in irgend einer Gasart auszumitteln. Dieselbe Erscheinung findet statt, wenn man Salpetergas und Sauerstoffgas vermischt; allein dann ist die Verminderung des Volumens ungleich beträchtlicher. Ja sie würde, ohne einen Rückstand zu lassen, statt finden, wenn beide Gasarten vollkommen rein wären, und in den erforderlichen Verhältnissen vermischt würden.

Läßt man elektrische Funken durch das Salpetergas hindurchgehen, so wird es zersetzt, und in salpetrige Säure verwandelt.

Wird vom Was- 5. Das Wasser saugt das Salpetergas begie-  
ser absorbiert. rig ein. Aus einem Versuche von Davy geht  
hervor, daß hundert Kubikzoll Wasser, die mit atmosphä-  
rischer Luft vereinigt worden, bei der gewöhnlichen Tempera-  
tur 11,8 Kubikzoll Salpetergas einsaugen. Priestley's  
Angabe stimmt hiermit sehr gut, der die Menge des absorbir-  
ten Stickgases auf  $\frac{1}{10}$  vom Volumen des Wassers setzt. Diese  
Auflösung hat keinen eigenthümlichen Geschmack, und röthet  
die blauen Pflanzenfarben nicht. Wird sie gekocht, so ent-  
weicht

weicht das Salpetergas \*); dasselbe findet statt, wenn man sie frieren läßt \*\*).

Wirkung der  
brennbaren  
Stoffe.

6. Der Phosphor und die Kohle, und wahrscheinlich auch der Schwefel, zersetzen bei einer hohen Temperatur das Salpetergas. Diese Substanzen verbinden sich mit dem Sauerstoffe des Gases, und werden dadurch in Säuren verwandelt, und der Stickstoff desselben wird frei.

Wird es mit Wasserstoffgas vermischt, so brennt es mit einer grünen Flamme. Läßt man durch eine Mischung aus diesen beiden Gasarten den elektrischen Funken schlagen, so wird sie nicht entzündet: nach Fourcroy betonirt diese Mischung, wenn man sie durch eine glühende porcellanene Röhre hindurchgehen läßt, es wird Wasser gebildet, und Stickgas entwickelt \*\*\*).

Der unvert.  
brennlichen.

7. Das Salpetergas äußert selbst bei der Mitwirkung der Hitze auf das Stickgas keine Einwirkung; auch auf die Salzsäure wirkt es nicht.

Der Metalle.

8. Mehrere Metalle zersetzen dasselbe, vorzüglich wenn sie einer erhöhten Temperatur ausgesetzt werden. Dieß ist vorzüglich der Fall beim Eisen. Priestley schloß einige Zeitlang eiserne Nägel in Salpetergas ein; das Gas wurde in oxydirtes Stickgas verwandelt, und wahrscheinlich absorbirte also das Eisen einen Theil des im Gase enthaltenen Sauerstoffs †). Dieser Versuch leitete Priestley auf

\*) Davy Researches p. 143.

\*\*\*) Priestley I, 407.

\*\*\*) Fourcroy Syst. de Conn. Chim. II, 91.

†) Priestley II, 54.

die Entdeckung des oxydirten Stickgases. Wird das Eisen mittelst eines Brennglases in diesem Medium zum Glühen gebracht, so wird letzteres gänzlich zersetzt, es wird dem Salpetergase aller Sauerstoff entzogen, und es bleibt nur Stickgas zurück \*).

Wird vom schwefelsauren Eisen absorbiert. 9. Priestley machte auch die Bemerkung, daß das Salpetergas vom grünen schwefelsauren Eisen absorbiert werde; eine Eigenschaft die man benutzt, um die Reinheit desselben zu prüfen. Zu dem Ende setzt man eine bestimmte Menge Salpetergas in einem verschlossenen Gefäße der Einwirkung des grünen schwefelsauren Eisens aus. Das zurückbleibende Gas, welches nicht absorbiert wurde, zeigt die Menge fremdartiger Substanzen an, mit welchen das Gas verunreinigt war.

Davy hat gezeigt, daß alle Salze, in welchen das grüne Eisenoxyde als Bestandtheil enthalten ist, dieselbe Eigenschaft besitzen, und daß sie das Salpetergas unverändert absorbiren. Die größte Menge des absorbirten Gases, kann durch Einwirkung der Wärme wieder ausgetrieben werden. Mehrere andre metallischen Salze besitzen dieselben Eigenschaften \*).

Wird in oxydirtes Stickgas verwandelt. 10. Durch folgende Körper wird das Salpetergas in oxydirtes Stickgas verwandelt, durch:

1. Die schweflichtsauren Alkalien.
2. Die schwefelwasserstoffhaltigen Zusammensetzungen.
3. Das salzsaure Zinn.
4. Das schwefelhaltige Wasserstoffgas.

\*) Priestley II, 38.

\*\*) Davy Researches p. 179.

5. Durch Eisen und Zinkfeile, die mit Wasser angefeuchtet worden.

Um diese Wirkung hervorzubringen, bringt man diese Substanzen in mit Salpetergas angefüllte Gefäße, und läßt sie eine bis zwei Wochen in diesem Zustande. Diese Substanzen verbinden sich nach und nach mit einem Theile des Sauerstoffs, und werden in Oxyden oder Salze verwandelt \*).

II. Das Salpetergas wird von alkalischen Ausflüssen absorbiert; allein die bisherigen Versuche lassen es noch unausgemacht, ob es sich wie das oxydirte Stickgas mit den Alkalien und Erden zu Salzen verbinde.

Zusammenf.: 12. Da sich das Salpetergas dadurch, daß es sich mit Sauerstoff verbindet, in Salpetersäure verwandeln läßt: so muß der Stickstoff einen Bestandtheil desselben ausmachen; und die Eigenschaft, welche mehrere Körper besitzen, demselben Sauerstoff zu entziehen, und es in oxydirtes Stickgas zu verwandeln, ist ein Beweis, daß der andre Bestandtheil desselben Sauerstoff sey.

Das richtige Verhältniß in welchem diese beiden Bestandtheile im Salpetergase mit einander verbunden sind, ist sehr schwer auszumitteln. Lavoisier hat sich in einer früheren Periode seiner chemischen Arbeiten mit diesem Gegenstande beschäftigt, und vermöge eines Verfahrens, welches eben nicht die größte Genauigkeit erwarten läßt, angegeben; daß im Salpetergase 68 Theile Sauerstoff, gegen 32 Theile

---

\*) Priestley und Davy an mehreren Orten. Bei der Einwirkung der beiden zuletzt genannten Substanzen auf das Salpetergas wird gleichfalls Ammonium gebildet.

Stickstoff enthalten sind. Allein diese Bestimmung ist mit den Versuchen andrer Naturforscher unvereinbar. Die Verhältnisse, welche Davy gefunden hat, verdienen ungleich mehr Zutrauen, da sein Verfahren eine größere Genauigkeit zuließ.

Letzterer schloß eine geringe Menge präparirter Kohle in eine bestimmte Menge Salpetergas ein, das mit Quecksilber gesperrt war; und ließ vermittelst eines Brennglases die verdichteten Sonnenstrahlen auf die Kohle fallen. Das Gewicht der Kohle betrug nicht mehr als ein Biertheil Gran, und das Gas bestand aus sechzehn sehr kleinen Maassen. Nachdem der Proceß beendigt worden, war das Volumen des Gases um drei Biertheile eines Maaßes vermehrt worden. Alles Salpetergas war zersetzt. Eine Lauge aus Kali absorbirte rasch das Gas bis auf acht Maaß, welche reines Stickgas waren. Durch Versuche hatte sich Davy aber vorher überzeugt, daß die angegebene Menge des Salpetergases, dessen er sich bediente, mit 0,6 Maaß Stickgas verunreinigt war. Es wurden also 15,4 Maaß Salpetergas durch Zersetzung vermittelst Kohle in 16,15 Maaß, von denen 7,4 Stickstoff und 8,75 Kohlensäure waren, verwandelt. Es wiegen aber 15,4 Maaß Salpetergas 5,2 Gran, und 7,4 Maaß Stickgas 2,2 Gran. Hieraus folgt, daß 5,2 Gran Salpetergas, 2,2 Gran Stickstoff enthalten: die rückständigen 3 Gran müssen demnach Sauerstoff seyn. Das Salpetergas enthält folglich dem Gewichte nach 2,2 Theile Stickstoff gegen 3 Theile Sauerstoff; oder in hundert Theilen; 57,7 Sauerstoff, und 42,3 Stickstoff.

Die in diesem Versuche erzeugte Kohlensäure wog 4,1 Gran, und enthielt 1,15 Gran Kohle die mit 2,95 Gran Sau-

erstoff, welche das Salpetergas hergegeben hatte, verbunden war. Daraus findet man, daß 5,2 Gran Salpetergas aus 2,95 Sauerstoff, und 2,25 Stickstoff bestehen; oder daß 100 Theile: 57 Theile Sauerstoff, und 43 Stickstoff enthalten. Diese Bestimmung weicht wenig von der im Vorhergehenden gegebenen ab; sie scheint aber auch die richtigere zu seyn, und die Bestandtheile des Salpetergases noch genauer, als die vorhergehende anzugeben \*).

Die verhältnißmäßige Menge des Sauerstoffs welche in den Zusammensetzungen des Stickstoffs enthalten ist, würde sich nach den im vorhergehenden gelieferten Resultaten folgendermaßen festsetzen lassen.

Stickstoff.	Sauerstoff.	
100	58,7	Drydirtes Stickgas.
100	132,5	Salpetergas.
100	239,9	Salpetersäure.

Hieraus folgt, daß

	Stickstoff.	Sauerstoff.		
≡ Dryd. Stickgas	1,00	+	0,587	
	1,587	Sauerstoff	Salpeter	
	1,587	+	0,738 = 2,325	
		Sauerstoff	Salpetersäure	
		2,325	+	1,074 = 3,399

\*) Davy Researches p. 129.

Dieses sind die Eigenschaften derjenigen Oxyden, welche durch Verbindung der einfachen brennbaren und nicht brennbaren Stoffe mit dem Sauerstoffe gebildet werden. Ungeachtet die Chemisten sie alle aus dem Grunde, weil sie Sauerstoff enthalten, in eine Klasse gebracht haben; Oxyden in drei Ordnungen. so ähneln sie dennoch einander in ihren Eigenschaften nicht, und sollten billig unter drei Ordnungen gebracht werden, von denen dann jede eine besondere Klasse von Substanzen unter sich begreifen würde. Die erste würde diejenigen Oxyden enthalten, welche noch brennbar sind, und welche man dem gemäß verbrennliche Oxyden nennen könnte. Die zweite Klasse würde aus denen Oxyden bestehen, die durch Verbrennen gebildet worden sind, und welche dem zufolge, unverbrennlich sind. Diese könnte man Oxyden-Produkte nennen. Die dritte Klasse würde die Verbindungen des Sauerstoffs mit brennbaren Körpern enthalten. Sie sind weder verbrennlich, noch können sie durch Verbrennen gebildet werden; sie sind aber alle fähig das Verbrennen zu unterhalten. Man könnte sie Feuerträger-Oxyden (oxide supporters) nennen. Es ist zugleich einleuchtend, daß der Sauerstoff welcher den charakteristischen Bestandtheil dieser Oxyden ausmacht, sich in denen, den verschiedenen Klassen angehörenden Substanzen, in einem verschiedenen Zustande befinde.

1. Die brennbaren Oxyden begreifen nur diejenigen unter sich, welche Kohle zur Grundlage haben; allein die Oxyden des Phosphors und Schwefels müssen gleichfalls dieser Klasse beigezählt werden.

2. Die Klasse der Oxyden-Produkte enthält nur eine Substanz, das Wasser, dessen Basis der Wasserstoff ist. Al-

lein manche der metallischen Dryden schließen sich an diese Klasse an.

3. Die Klasse der Feuerträger Dryden begreift nur diejenigen Dryden unter sich, deren Basis der Stickstoff ist; allein die oxydirte Salzsäure, und mehrere der metallischen Dryden, müssen streng genommen, gleichfalls in diese Klasse gesetzt werden.

Ende des ersten Bandes.

Bei dem Verleger dieses Systems der Chemie erscheint auch das

## Neue allgemeine Journal der Chemie

von

C. F. Bucholz, von Crell, Hermbstädt, Klaproth, J. B. Richter, A. N. Scherer, J. B. Trommsdorff, A. F. Gehlen.

Dieses Journal ist bekanntlich die Fortsetzung des von A. N. Scherer einst allein redigirten, von welchem überhaupt 5 Jahrgänge erschienen sind. Drei derselben sind im Breitkopf und Härtelschen Verlage in Leipzig erschienen; die zwei letzten bei dem Verleger des Neuen Journals. Von diesem sind bis zum gegenwärtigen Augenblicke 3 Bände oder 1½ Jahrgänge heraus; es wird ununterbrochen fortgesetzt. Jetzt ist dieses das einzige Journal für die Chemie, welches in Deutschland erscheint, da der Hr. Berg rath v. Crell mit dem 20sten Jahrgange seine Annalen geschlossen, und sich mit dem Neuen Journale vereinigt hat. Berlin im Februar 1805.

Nachstehende chemische Werke sind in meinem Verlage theils bereits erschienen, theils unter der Presse befindlich.

### Erschienen:

- 1) Fischer, W., chemische Grundsätze der Gewerbskunde, oder Handbuch der Chemie für Fabrikanten, Manufakturisten, Künstler und Handwerker, mit einer Vorrede von Hermbstädt. Erster Theil mit 4 K. 1802. geh. 8. 1 Thlr. 16 Gr.

Obgleich der Verfasser dieses ersten Bandes gestorben ist: so wird das Werk dennoch fortgesetzt werden. Den größern Theil des 2ten Bandes hat der Verfasser im Nst. hinterlassen, und ein anderer dem Publikum rühml. bekannter Chemiker wird die Fortsetzung und Vollendung des Ganzen übernehmen.

- 2) Giese, F. Dr., von den chemischen Processen, den dabei sich darbietenden Erscheinungen, nebst Darstellung der sie bewirkenden Mittel und Ursachen. 1804. 8. 1 Thlr.
- 3) Wolff, Fr., Annalen der chemischen Litteratur. Erster Band (aus 3 Heften bestehend). 2 Thlr. 12 Gr.

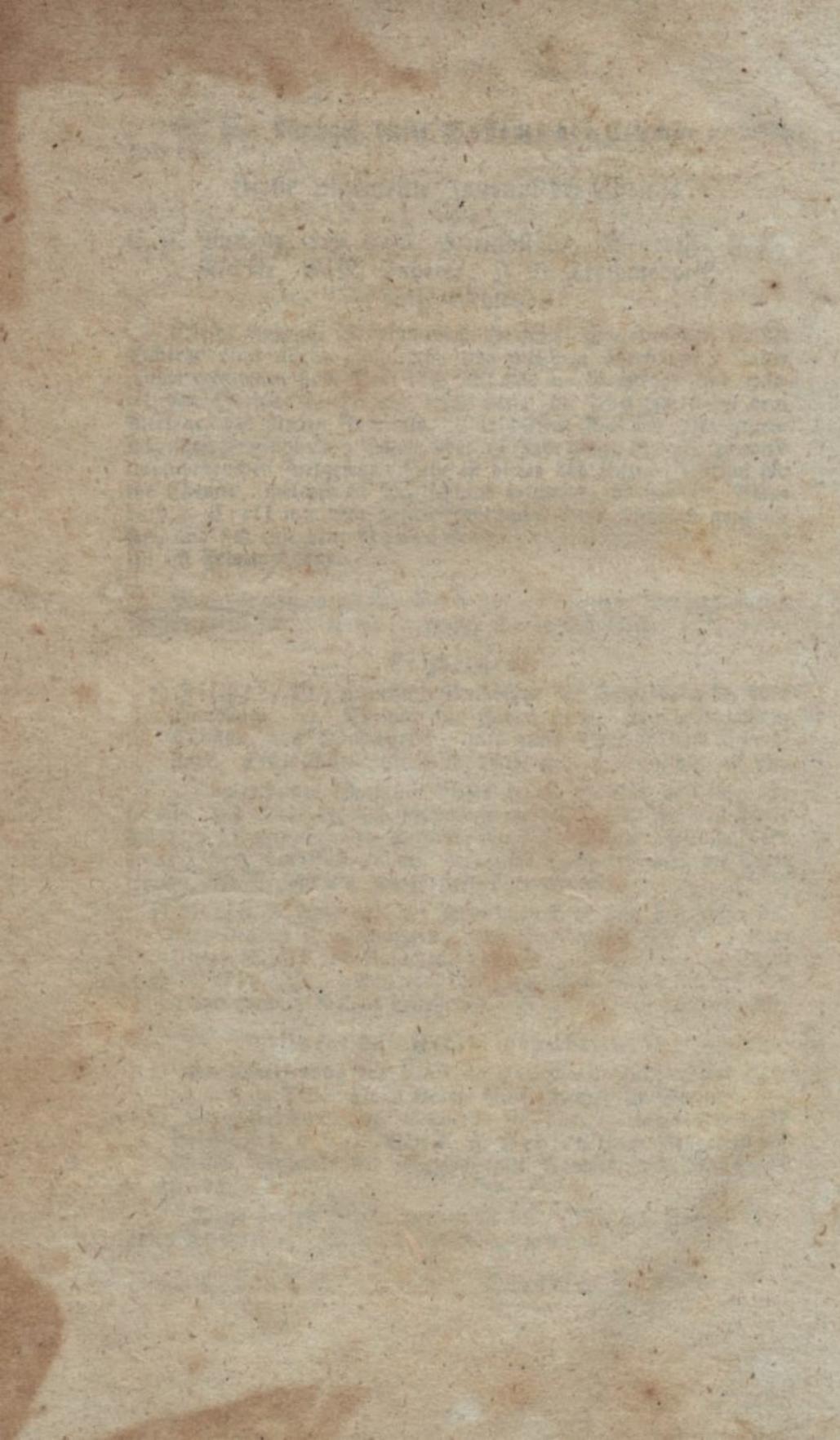
### Unter der Presse befindlich:

- 1) eine Uebersetzung des Essai de statique chimique par Berthollet. 2 Vol. Vom Herrn Prof. Fischer in Berlin.
- 2) eine Uebersetzung der élémens de l'art de la teinture par Berthollet. 2 Vol. Von A. F. Gehlen (dem Redakteur des Neuen Journals der Chemie) mit Anmerk. von Hermbstädt.

Diese beiden Werke werden in der Mitte des Jahres 1805 vollendet werden. Berlin im Februar 1805.

Heinrich Frblich.





11  
Archiwum



BIBLIOTEKA GŁÓWNA

H-1039 I

Archiwum