



BIBLIOTHEK
der Kgl. Techn. Hochschule
BERLIN

ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE DER ANGEWANDTEN NATURWISSENSCHAFTEN

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

Preis vierteljährlich
3 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin.
Dessauerstrasse 13.

N^o 62.

Alle Rechte vorbehalten.

Jahrg. II. 10. 1890.

Die organische Synthese und ihre Anwendung auf Industrie und Gewerbe.

II. Die Industrie der künstlichen Farbstoffe.

Von Prof. Dr. R. Nietzki.

(Schluss.)

Es war gegen Ende der fünfziger Jahre dieses Jahrhunderts, als man anfang, die Beobachtung, dass bei der Behandlung von Anilin mit oxydierenden Mitteln sich violette oder rothe Farbstoffe bilden, praktisch zu verwerthen.

Schon im Jahre 1856 stellte der englische Chemiker Perkin durch Oxydation von rohem Anilin mit Kaliumbichromat einen violetten Farbstoff dar, welcher noch heute unter dem Namen „Mauvein“ oder „Rosolan“ eine, wenn auch nur sehr beschränkte, Verwendung findet.

Wenige Jahre später aber tauchte von verschiedenen Seiten her ein rother Farbstoff auf, welcher berufen war, nebst den daraus dargestellten Derivaten, lange Zeit hindurch die erste Rolle unter den künstlichen Farbstoffen zu spielen: das Rosanilin.

Das Rosanilin, auch unter dem Namen Fuchsin, Magentaroth, Azalein etc. bekannt, wurde durch Einwirkung verschiedener Oxydationsmittel, wie Arsensäure, Zinnchlorid oder Quecksilbernitrat auf das rohe Anilin, das sogenannte Anilinöl, dargestellt.

10. XII. 90.

Es war wieder A. W. Hofmann, welchem wir die ausführliche wissenschaftliche Untersuchung dieses Farbstoffes verdanken. Er ermittelte die Zusammensetzung desselben und fand die interessante Thatsache, dass reines Anilin kein Rosanilin zu bilden im Stande ist, dass es vielmehr stets der Gegenwart der homologen Toluidine für die Entstehung desselben bedürfe. Dabei vereinigen sich zwei Molecule des Letzteren (Ortho- und Paratoluidin) mit einem Anilinmolecul unter Wasserstoffaustritt zur Rosanilinbase, welche an sich farblos ist. Nur den Salzen derselben kommt der Farbstoffcharakter zu.

Diese Rosanilinsalze bilden rothe Farbstoffe von prächtiger Nuance und hervorragendem Färbevermögen.

Diese Eigenschaften sind es jedoch nicht allein, wodurch das Rosanilin eine so hohe Bedeutung für die Farbenindustrie erlangt hat, es ist noch vielmehr der Umstand, dass dasselbe sich als ein wichtiges Ausgangsmaterial für die Darstellung vieler neuer Farbstoffe erwiesen hat, welche alle Schattirungen zwischen Roth, Violett, Blau und Grün zu bilden im Stande sind.

Es wird diese Umwandlung hauptsächlich durch Einführung von Kohlenwasserstoffresten bewirkt, welche sich an den Stickstoffatomen des Rosanilins leicht fixiren lassen.

So entstehen durch Behandlung mit Jodaethyl

oder Jodmethyl, also durch Einführung der Aethyl- oder Methylgruppe violette Farbstoffe, bei Vermehrung der Methylgruppen wird die violette Farbe in ein zartes Grün umgewandelt. Durch Einführung von mehreren Benzolresten (Phenylgruppen) in das Molecul des Rosanilins geht die rothe Farbe durch Violett schliesslich in ein reines Blau über.

Die aus dem Rosanilin dargestellten Farbstoffe erregten gerechtes Aufsehen, denn sie zeigen eine Reinheit und ein Feuer der Nuance, welches man bisher höchstens an Blumen, Federn und Schmetterlingsflügeln zu sehen gewohnt war, alles aber, was die Färberei bis dahin mit Hülfe der in der Natur vorkommenden Farbstoffe geleistet hatte, weit hinter sich liess.

Die Farbstoffe der Rosanilinreihe haben wohl ein Jahrzehnt lang die Industrie der Anilinfarben, wie man wohl mit Recht die damalige Industrie künstlicher Farbstoffe genannt hat, fast ausschliesslich beschäftigt. Mit dem Jahre 1868 aber sollte diese Industrie in eine neue Epoche treten. Die Darstellung des Rosanilins aus Anilin und Toluidin muss zwar immerhin als eine Synthese bezeichnet werden, aber sie war doch auf rein empirischem Wege aufgefunden worden. Die chemische Constitution des Rosanilins wurde erst 20 Jahre nach seiner Entdeckung aufgeklärt, diese Entdeckung war daher eine mehr oder weniger zufällige und konnte nicht etwa durch die Theorie vorausgesehen werden. Mit dem oben genannten Jahre sehen wir jedoch zum ersten Male eine chemische Synthese praktisch verwerthet und in die Technik eingeführt, welche auf rein wissenschaftlichem Boden entstanden, d. h. mit voller Kenntniss des zu erstrebenden Zieles ausgeführt worden war. Es ist dieses die künstliche Darstellung des Alizarins durch Gräbe und Liebermann.

Schon seit vorhistorischen Zeiten benutzt man zur Herstellung echter rother Färbungen den Krapp, die Wurzel von *Rubia tinctorum*, einer zu diesem Zwecke namentlich in südlichen Ländern sehr viel cultivirten Pflanze.

Der Krapp verdankt seine färbenden Eigenschaften grösstentheils dem Alizarin, einem Körper, welcher schon seit längerer Zeit Gegenstand verschiedener chemischer Untersuchungen gewesen ist.

Gräbe und Liebermann fanden, dass das Alizarin, ein aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehender Körper, bei der Destillation mit Zinkstaub in das Anthracen übergeht, einen aus 14 Kohlenstoff- und 10 Wasserstoffatomen bestehenden Kohlenwasserstoff, welcher schon längere Zeit vorher als Bestandtheil des Steinkohlentheers entdeckt worden war.

Man konnte daraus den Schluss ziehen, dass das Alizarin, welches gleichfalls 14 Kohlenstoffatome im Molecul enthält, zum Anthracen in

nahen genetischen Beziehungen steht, und nichts lag näher, als der Versuch, das Alizarin aus dem Anthracen des Steinkohlentheers künstlich darzustellen.

Gräbe und Liebermann erreichten dieses Ziel auf folgendem Wege:

Das Anthracen ($C_{14}H_{10}$) geht durch Behandlung mit Oxydationsmitteln in das um zwei Wasserstoffatome ärmere und um zwei Sauerstoffatome reichere Antrachinon ($C_{14}H_8O_2$) über.

Behandelt man das Antrachinon mit Brom, so ersetzt Letzteres zwei in Ersterem enthaltene Wasserstoffatome und es entsteht das Bibromanthrachinon ($C_{14}H_6O_2Br_2$).

Wird das Bibromanthrachinon mit Kalihydrat geschmolzen, so werden die beiden Bromatome wieder entfernt und durch zwei Wasserreste ersetzt, das erhaltene Product ist jetzt das Alizarin ($C_{14}H_8O_4$), welches sich durch einen Mehrgehalt zweier Sauerstoffatome von dem Antrachinon unterscheidet. Das für diese Reaction nöthige kostspielige Brom wurde sehr bald durch die wohlfeilere Schwefelsäure ersetzt, und statt des Bibromanthrachinons eine auf diese Weise dargestellte Anthrachinonsulfosäure mit Natronhydrat zu Alizarin verschmolzen.

Wohl selten hat eine Erfindung eine so ungeheure Umwälzung hervorgebracht, wie sie die Entdeckung des künstlichen Alizarins in der Farbenindustrie bewirkte.

Der Krapp war wohl neben dem Indigo das wichtigste aller Farbmaterien, und seine jährliche Production belief sich auf viele Millionen von Centnern.

Das künstliche Alizarin aber hat im Laufe von noch nicht zehn Jahren die Krappcultur auf ein Minimum herabgedrückt, obwohl sich mehrere europäische Staaten (namentlich Frankreich) die grösste Mühe gegeben haben, dieselbe durch künstliche Mittel zu retten.

Mit dem Zeitpunkt der Entdeckung des künstlichen Alizarins sehen wir die Farbstoffindustrie in rationellere, mehr wissenschaftliche Bahnen treten. Die Erfindung neuer Farbstoffe ist von nun an meistens keine zufällige mehr, sie geht häufig Hand in Hand mit einer Erkenntniss der chemischen Constitution der erhaltenen Körper, und eine grosse Anzahl neuer Entdeckungen auf diesem Gebiete verdankt rein wissenschaftlichen Arbeiten ihr Dasein.

Als Beispiel können wir hier die von A. Baeyer entdeckten Phtalsäurefarbstoffe oder Eosine anführen, meistens rothe Farbstoffe von einer Schönheit, welche alles, was Natur und Kunst bis jetzt in dieser Richtung geleistet hat, bei weitem überflügelt hat.

Als Producte einer glatten, nach rein wissenschaftlichen Principien ausgeführten Synthese müssen wir vor allem die Azofarbstoffe betrachten, welche zuerst von O. N. Witt (dem

Herausgeber des *Prometheus*) in die Farbstoffindustrie eingeführt wurden (1876).

Die Darstellung dieser Körper beruht auf der von P. Griess entdeckten Thatsache, dass alle dem Anilin anologen sogen. primären Aminbasen durch salpetrige Säure in Diazverbindungen übergeführt werden, und dass letztere sich mit allen Körpern aus der Klasse der Phenole, sowie mit vielen Aminbasen, zu den durch ihren Farbstoffcharakter ausgezeichneten Azokörpern condensiren.

Da die Zahl der möglichen Combinationen hier eine ungeheuer grosse ist, so ist es nicht zu verwundern, dass bereits mehrere hundert Azofarbstoffe zur technischen Verwendung kommen. Ihre Farbe variirt in den meisten Fällen von Gelb nach Roth, aber auch blaue und schwarze Farbstoffe dieser Klasse sind bekannt. Von grösster Wichtigkeit sind aber wohl unstreitig die scharlachrothen Azofarbstoffe geworden, welche in kurzer Zeit die Cochenille in ähnlicher Weise verdrängt haben werden, wie das künstliche Alizarin die Krappwurzel.

Durch die Einführung der Azofarbstoffe, deren Production gegenwärtig eine ungeheure Ausdehnung angenommen hat, ist auch das Naphthalin, ein im Steinkohlentheer in sehr reichlicher Menge vorkommender und für die ältere Farbenindustrie fast werthloser Kohlenwasserstoff, nutzbar gemacht worden.

Es würde uns hier zu weit führen, wenn wir auch nur auf alle Gruppen von künstlichen Farbstoffen, welche uns im Laufe der Zeit bekannt geworden sind, näher eingehen wollten, wir können aber unsern Aufsatz nicht schliessen, ohne noch einer wichtigen Errungenschaft der synthetischen Chemie zu gedenken, obwohl dieselbe bis jetzt kein praktisches, sondern nur wissenschaftliches Interesse beanspruchen kann: es ist dieses die künstliche Darstellung des Indigoblaus durch Baeyer.

Der Indigo, ein in Ostindien, sowie in Südamerika aus verschiedenen Pflanzen gewonnenes Farbmateriale, enthält als wirksamen Bestandtheil das Indigoblau, einen Farbstoff, welcher aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff besteht, und zwar in einem Verhältniss, welches der einfachsten Formel C_8H_5NO entspricht.

Die Zusammengehörigkeit des Indigoblaus mit den Körpern der aromatischen Reihe bezw. mit dem Benzol und Anilin wurde schon vor langer Zeit festgestellt, denn, wie bereits oben mitgetheilt, ist das Anilin zum ersten Male aus dem Indigo dargestellt worden, und hat von diesem seinen Namen erhalten. Eine Synthese des Indigoblaus aus einfacheren aromatischen Verbindungen ist denn auch seit vielen Jahren das Arbeitsziel einer grossen Anzahl von Chemikern gewesen, aber erst vor etwa 10 Jahren wurde dieses Problem von A. Baeyer gelöst.

Es ist hier wohl kaum möglich, dem Nichtchemiker die verschiedenen, sehr weiten und umständlichen Wege, auf denen Baeyer sein Ziel erreichte, klarzulegen, wir erwähnen nur, dass das wesentlichste Ausgangsmaterial die Zimmtsäure ist, eine Säure, welche zuerst aus dem Zimmtöl gewonnen wurde, seit längerer Zeit aber schon zu den synthetisch aus den aromatischen Kohlenwasserstoffen des Kohlentheers dargestellten Körpern gehört.

Der künstliche Indigo hat bis jetzt noch nicht die Hoffnungen erfüllt, welche die Farbenindustrie auf ihn setzte, denn infolge seiner hohen Herstellungskosten hat er die Concurrenz mit dem Naturproduct zur Zeit noch nicht mit Erfolg aufnehmen können, aber auch hier kann vielleicht durch Entdeckung eines einfacheren Verfahrens die Sachlage so weit geändert werden, dass der künstliche Indigo für gewisse Zwecke neben dem natürlichen existenzfähig würde.

Aus der nunmehr dreissigjährigen Geschichte der Theerfarbenindustrie haben wir gelernt, dass der Verbrauch an künstlichen Farbstoffen stets im Wachsen begriffen ist, während die früher ausschliesslich angewandten Naturproducte immer mehr zurückgedrängt werden. Es ist wohl vorauszusehen, dass letztere mit der Zeit völlig aus der Färberei verschwinden werden, wenn auch bis jetzt dieser Zeitpunkt noch ziemlich fern liegt. Diejenigen aber, welche, wie man es vor 20 Jahren häufig hörte, der Theerfarbenindustrie eine ephemere Existenz voraussagten, haben sich als schlechte Propheten erwiesen.

Bei dieser Gelegenheit müssen wir aber einen Vorwurf zurückweisen, welcher noch immer gegen die künstlichen Farbstoffe erhoben wird: Es wird vielfach behauptet, dieselben ständen den Naturproducten an Echtheit erheblich nach, ihre Verwendung veranlasste deshalb eine Materialverschlechterung in der ganzen Textilindustrie.

Es kann nun nicht geleugnet werden, dass die Theerfarbenindustrie, namentlich in der ersten Zeit, Farbstoffe von grosser Vergänglichkeit hervorgebracht hat. Namentlich kann dieses mit Recht von den sehr lebhaften Nuancen, den Rosanilinfarbstoffen und Phtalsäurefarbstoffen behauptet werden. Andererseits liefert diese Industrie aber jetzt schon eine reichliche Auswahl von Farbstoffen, welche an Solidität den Naturproducten nicht nur ebenbürtig sind, sondern diese sogar vielfach darin übertreffen. Ebenso aber existiren viele Farbstoffe pflanzlichen Ursprungs, welche noch weniger beständig sind, als die unechten künstlichen Farbstoffe. Wir haben ferner gesehen, dass ein principieller Unterschied zwischen künstlichen und natürlichen Farbstoffen nicht existirt, beispielsweise sind künstliches Indigo und künstliches Alizarin mit den in der Natur erzeugten Producten völlig identisch, und ebensowenig ist die Möglichkeit ausge-

schlossen, dass ein zuerst künstlich dargestellter und als solcher bekannter Farbstoff einmal als Erzeugniß irgend eines pflanzlichen oder thierischen Organismus aufgefunden wird.

Ein Nachtheil kann somit der Gesamtheit nicht durch die künstlichen Farbstoffe, sondern nur durch ihre unrichtige Anwendung erwachsen, die Theerfarbenindustrie aber hat ausser dem praktischen Nutzen, den sie geschaffen, noch einen idealen Zweck erfüllt: sie hat sich als ein wichtiges Förderungsmittel der chemischen Wissenschaft erwiesen. [785]

Eine neue Detectivcamera.

Mit einer Abbildung.

Obgleich wir, wie unsere Leser wohl wissen, allen Neuheiten auf photographischem Gebiete stets das regste Interesse schon deswegen entgegenbringen, weil sich die Photographie fast allen Gebieten des Wissens als stets hilfsbereite Freundin erweist, so haben wir doch von den täglich auftauchenden Constructionen neuer Detectivcameras keine Notiz genommen, weil dieselben fast ausnahmslos Abänderungen und meist keine Verbesserungen älterer Constructionen waren, deren Grundprincipien in dem lichtvollen Aufsätze niedergelegt sind, den einer der hervorragendsten Erfinder auf diesem Gebiete in den Spalten des *Prometheus*, Jahrg. I, S. 84, veröffentlicht hat.

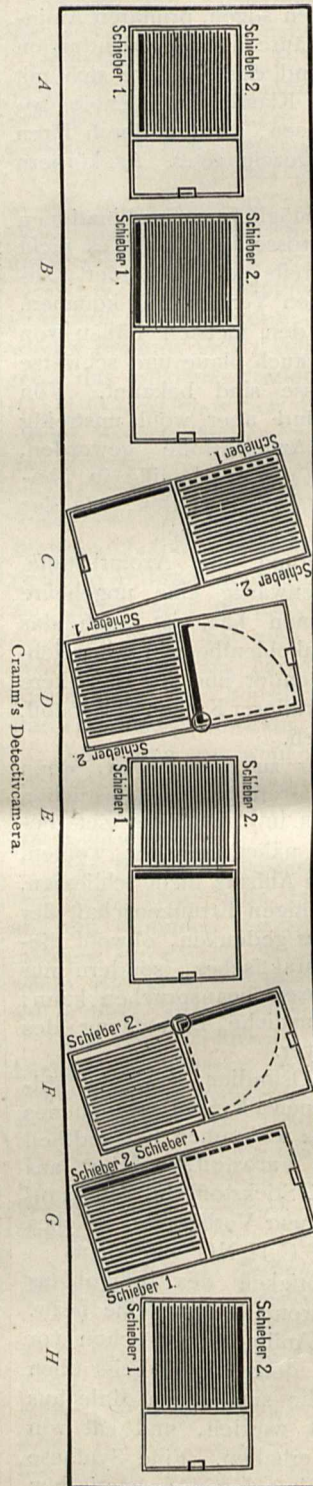
Wenn wir trotzdem heute eine neue Camera beschreiben, so geschieht es hauptsächlich deswegen, weil die Construction derselben eine äusserst sinnreiche und originelle und dabei von überraschender Einfachheit ist. Wir beschränken uns indessen auf die Schilderung dieses Princip, ohne zu erwägen, welche Vorzüge dasselbe vor bewährten älteren Constructionen bietet. Diese festzustellen, ist Sache der Erfahrung, zu welcher uns Zeit und Gelegenheit mangelt.

Die genannte Camera, welche von Herrn Cramm in Berlin erfunden wurde, wird von der mechanischen Werkstätte von Boedeker in verschiedenen Grössen gefertigt, deren Einrichtung stets die gleiche ist. Das Princip des Transportes der Platten aus dem Magazin vor das Objectiv und nach der Belichtung zurück in's Magazin wird verständlich an Hand der acht in unserer Abb. Nr. 87 mit den Buchstaben A bis H bezeichneten Diagramme.

A zeigt die Camera, fertig zum Gebrauch mit Platten gefüllt. Die Camera besteht aus einem hölzernen Kasten, der durch eine Mittelwand aus Metall in zwei gleiche Theile getheilt ist, von denen der rechte, in der Zeichnung verkürzt dargestellt, den Belichtungsraum bildet

und in seiner Vorderwand mit einem in der Zeichnung angedeuteten lichtstarken Objectiv aus der Werkstätte von Simon in Potsdam

ausgerüstet ist. Vor dem Objectiv bewegt sich, durch Federkraft getrieben, der Momentverschluss in üblicher Form. Die linke Hälfte der Camera dient zur Aufnahme der Platten, welche, wie gewöhnlich, in kleine Rahmen aus Eisenblech eingeschoben und nach Entfernung der Rückwand eingelegt werden. Die Rahmen haben je vier vorstehende seitliche Zähne, und zwar sitzen diese Zähne bei der einen Hälfte der Rahmen weiter vorn, als bei der andern. Die oben und unten an der Camera angebrachten Schieber führen zu je einer seitlich angebrachten Stütze mit zwei Ausschnitten für die Zähne der Rahmen. Durch diese Ausschnitte können die Rahmen durchfallen. Legt man nun die Rahmen so in die Camera, dass die mit verschiedenen gestellten Zähnen stets abwechseln, so kann für jede Stellung des Schiebers immer nur einer dieser Rahmen durchfallen. Um den nächsten



durchzulassen, muss der Schieber bewegt und damit die Stellung seiner beiden Ausschnitte der nächstfolgenden Platte angepasst werden. Da

somit jede Bewegung des Schiebers einer Plattenbewegung entspricht, so ist der eine der beiden Schieber gleich mit einem Zählwerk zum Registriren der benutzten Platten verbunden. Im Diagramm *A* steht nun der Schieber so, dass die unterste, durch einen dicken schwarzen Strich angedeutete Platte nicht durchkann, sondern vom Schieber 1 getragen wird. Ziehen wir denselben zurück, so fällt die Platte herunter, sie liegt nun auf dem glatten Holzboden der Camera, was im Diagramm *B* angedeutet ist.

Nun muss die Platte in den Belichtungsraum gebracht werden. Zu diesem Zwecke ist die Scheidewand zwischen beiden Räumen so construirt, dass sie sich durch Drehen an einem seitlichen Knopf etwas zusammenschiebt. Es entstehen dann zwei Spalte oben und unten. Sobald dies geschehen ist, hält man die Camera so, wie es das Diagramm *C* zeigt. Die Platte rutscht dann auf dem Boden der Camera in den Belichtungsraum. Kehrt man nun die Camera um, wie es Diagramm *D* versinnbildlicht, so klappt die Platte durch ihre eigene Schwere gegen die Mittelwand und kehrt dann die empfindliche Seite dem Objectiv zu. Nun müssen die Schlitz geschlossen werden, was durch Rückwärtsdrehen des seitlichen Knopfes geschieht, wodurch sich die Mittelwand wieder auseinanderschließt. Dabei greifen aber Metallhäkchen, die in der Mittelwand eingelassen sind, in die Zähne des Plattenrähmchens ein und halten die Platte fest, so dass man nun die Camera wieder in Horizontalstellung (Diagramm *E*) bringt, ohne dass die Platte umfällt. Es erfolgt nun die Belichtung. Das latente Bild entsteht in gewohnter Weise, und wir haben jetzt nur die Aufgabe, die Platte wieder wegzupacken, und zwar an einen andern Ort, als wo sie früher lag, denn dieser Platz ist inzwischen von der nächsten unbelichteten Platte eingenommen worden. Dabei ist aber der ganze Plattenvorath um eine Plattendicke nach unten gerutscht, und oben ist Raum für die belichtete Platte entstanden. Wir öffnen also durch Drehung des Knopfes die beiden Spalte der Mittelwand. Dabei schieben sich die Häkchen zurück und geben die Platte frei. Wir kippen nun die Camera, so dass ihr Obertheil nach unten weist. Dabei fällt die Platte um und liegt nun mit der Schichtseite auf dem Oberboden der Camera (Diagramm *F*). Sie rutscht alsdann sogleich durch den oberen Spalt der Mittelwand in den oberen Theil des Magazins (Diagramm *G*). Bewegen wir nun den Schieber 2, so fällt die Platte durch die Ausschnitte desselben auf die letzte unbelichtete Platte und bleibt dort liegen, bis alle Platten auf die beschriebene Weise verbraucht sind. Wie man sieht, wird der ganze Kreislauf der Platte lediglich durch geschickte Ausnutzung ihres eigenen Gewichtes durchgeführt. [89]

John Ericsson und Gustav Adolf Hirn.

Von Dr. A. Slaby,

Professor an der technischen Hochschule zu Berlin.

(Schluss.)

Wie anders das Bild, das sich entrollt, wenn wir das Wirken des elsässischen Philosophen an uns vorüberziehen lassen. Zwar fehlt ihm das dramatische Interesse, das mit den kühnen Eroberungen des grossen Schweden verbunden ist, aber zwischen den Zeilen tiefer Gelehrsamkeit bricht nicht selten die Regung eines warmen menschlichen Herzens hervor, das wir verehren und lieben lernen. Der Biograph der Zukunft, der ein Bild seines Lebens der-einst entwerfen wird, hat seine Verdienste nach drei verschiedenen Richtungen zu würdigen, als Physiker, als Maschinentheoretiker und als Philosoph. Als Physiker ist sein Name verknüpft mit der grössten geistigen Errungenschaft des 19. Jahrhunderts, mit jener Erkenntniss des Zusammenhanges der Naturerscheinungen, die wir als das Princip der Erhaltung der Energie zu bezeichnen pflegen; als Maschinentheoretiker ist er der Bahnbrecher für eine neue Richtung der theoretischen Maschinenlehre; als Philosoph der begeisterte Vorkämpfer gegen die rein materialistische Weltanschauung, zu welcher die moderne kinetische Moleculartheorie in ihren letzten Consequenzen führt.

Eine Würdigung der Verdienste Hirn's ist ohne tieferes Eingehen auf seine Arbeiten kaum möglich. Ich halte mich nur für befähigt, über seine Bedeutung als Maschinentheoretiker zu sprechen, kann aber auch hier, in dem Rahmen eines Vortrages, kaum mehr als die Oberfläche berühren.

Von den äusseren Lebensumständen Gustav Adolf Hirn's ist nur wenig zu berichten. Als Sohn einer angesehenen Familie des Elsass wurde er am 21. August 1815 geboren. Sein Vater war Theilhaber der grossen textilindustriellen Firma Haussmann, Jordan, Hirn & Co. zu Logelbach bei Colmar. Er scheint der kunstverständige Berather der Fabrik gewesen zu sein, denn es wird berichtet, dass er als ausübender Künstler Werke bleibender Bedeutung geschaffen habe.

Künstlerische Neigungen gingen auch auf den Sohn über; seiner leidenschaftlichen Liebe zur Musik verdanken wir werthvolle Arbeiten aus der Akustik und die mathematische Theorie des Metronoms, und als er seinem jugendlichen Freunde und von ihm ruhmvoll gefeierten Mitarbeiter, Hallauer, bei seinem frühen Tode ergreifende Worte des Nachrufs widmet, kann er in wehmüthiger Betrachtung der kunstvollen Blätter auf seinem Schreibtisch, Liebeszeichen von jener Freundeshand, sein Bedauern nicht

unterdrücken, dass der Freund sich nicht völlig der Kunst zu eigen gegeben.

Adolf Hirn besass von Jugend auf eine zarte Gesundheit. Die leise Klage über schwere körperliche Leiden kehrt in seinen Schriften wieder. „Seit lange bin ich gewöhnt,“ so klagt er beim Tode des Freundes, „in dem Nebel des Horizontes die ungewissen Contouren des verheissenen Landes zu suchen.“ Er hat infolge dieses Umstandes niemals den Unterricht einer Schule genossen, auch Universitätsstudien zu machen blieb ihm versagt.

Und doch regte sich früh in diesem gebrechlichen Körper ein starker Geist, der zu schaffen verlangte. Die Naturwissenschaften nahmen ihn unwiderstehlich gefangen, und er sammelte unermüdlich Kenntnisse, um sie im Dienste der väterlichen Fabrik dereinst zu verwerthen.

Als er herangewachsen war, wurde ihm die Aufsicht über die Maschinen der ausgedehnten Anlagen übertragen. Bestimmte Aufgaben traten damit an ihn heran, bei deren eigenartiger Auffassung sich sofort sein ungewöhnlicher Geist verrieth.

Im Jahre 1845 legte er der industriellen Gesellschaft zu Mülhausen seine erste wissenschaftliche Arbeit vor, eine ausführliche mathematische Theorie der Ventilatoren. Dieselbe fand den ungetheilten Beifall der zu ihrer Prüfung berufenen Fachmänner, welche in einer Vereinssitzung darüber berichteten.

Zeigte er sich in dieser Abhandlung bereits als tüchtiger, die Hilfsmittel der Wissenschaft im vollen Umfange beherrschender Ingenieur, so erscheint seine nächste Arbeit, die er 1847 vollendete, aber erst 1854 der Gesellschaft vorlegte, als diejenige eines bahnbrechenden Forschers, dessen Gedankenflug ihn über das unmittlere Ziel weit hinausträgt.

Der Inhalt dieser Abhandlung ist bezeichnend für den eigenthümlichen Charakter vieler seiner Arbeiten. Eine rein ökonomische, fast triviale Frage, diejenige des Schmierölverbrauchs in den ausgedehnten Werkstätten seiner Fabrik, führt ihn auf das Studium der bei der Zapfenreibung auftretenden Erscheinungen. Die Resultate seiner Untersuchung drängen ihn zu einem vollständigen Bruch mit den alten Ueberlieferungen, er erkennt neue und wichtige Gesetze, welche die Reibung beherrschen. Doch mehr noch: seine Beobachtungen über die bei verschiedenen Reibungen auftretenden Temperaturen entschleiern ihm ein grosses Naturgesetz, und seine Arbeit gipfelt in der Erkenntniss, dass die bei der Reibung erzeugte Wärme sich messen lässt durch einen bestimmten Arbeitsbetrag, der unabhängig ist von der Dauer der Reibung, unabhängig von der Natur der reibenden Körper und der erzeugten Temperatur. 370 Meter-

kilogramm aufgewendeter Arbeit entsprechen nach seinen Untersuchungen einer Calorie erzeugter Wärme. Es ist das Gesetz der Aequivalenz von Wärme und Arbeit, das in diesen Sätzen zum klaren Ausdruck kommt.

Zwar war er nicht der erste, der diesen Zusammenhang erkannt und ziffernmässig festgestellt hat. Die oft gescheiterten Bemühungen Robert Mayer's, diese Erkenntniss der wissenschaftlichen Welt zu unterbreiten, waren kurze Zeit vorher endlich von Erfolg gekrönt gewesen, aber die Nachricht davon erreichte Hirn erst nach völligem Abschluss seiner Untersuchungen. In einer Nachschrift seiner Arbeit entkleidet er sich selbst des erträumten Forscherruhmes und tritt bescheiden in den Schatten. Aber sein Verdienst wird dadurch nur wenig geschmälert, die von ihm gefundene Zahl 370 kam der von Mayer angegebenen 365 so nahe, dass seine Arbeit als eine der wichtigsten Stützen des neuen Naturgesetzes angesehen werden konnte.

Da er der Vater der neuen Idee nicht bleiben konnte, wurde er ihr eifrigster Apostel. Doch nicht in der Stille des Laboratoriums, nicht mit den subtilen Instrumenten der physikalischen Forschung trug er bei zur Klärung der wichtigen Fragen — die grossen 100-pferdigen Maschinen seiner Fabrik stellte er in den Dienst der Wissenschaft! Durch fortgesetzte Wärme- und Arbeitsmessungen, zu deren Ausführung er neue und sinnreiche Instrumente erdachte, zeigte er die Hinfälligkeit der Annahmen Carnot's und Clapeyron's bezüglich der Stofflichkeit der Wärme. Er wies unwiderleglich nach, dass in dem Process der Dampfmaschine mit dem Temperaturgefälle des Dampfes ein Verlust an Wärme verbunden ist, der in numerisch bestimmtem Verhältniss zur gewonnenen Arbeit steht. Die Zahlen, die er auf diesem Wege gewann, kamen dem wahren Werth des Wärmeäquivalents mindestens ebenso nahe, wie die Forschungsergebnisse der Physiker. Es war eine Dankeschuld, welche die Technik abtragen konnte für manche werthvolle Errungenschaft der Physik, die sie sich zu Nutzen gemacht.

Doch die Bedeutung Hirn's für die Maschinentheorie liegt nicht allein in dieser Thatsache, die Methoden seiner Untersuchung sind fast noch wichtiger — er ertheilte der theoretischen Maschinenlehre damit einen neuen Impuls. Um diese Seite seines Wirkens, für uns die wesentlichste, in vollem Umfange zu würdigen, ist es erforderlich, sich die bisherige Entwicklung der Maschinentheorie zu vergegenwärtigen.

Die theoretische Behandlung der Aufgaben des Maschinenbaues ist eine Errungenschaft des jetzigen Jahrhunderts. Die rechnerische Lösung der Probleme konnte erst in Angriff genommen werden, nachdem die Fundamente der Mechanik

festgelegt waren. Diese Bestrebungen bilden zum überwiegenden Theil die Arbeit der Mathematiker des vorigen Jahrhunderts. Erst mit der Begründung der polytechnischen Schule zu Paris beginnt eine methodische Behandlung der Aufgaben des Maschinenbaues, an der Scheidegrenze des Jahrhunderts steht die Wiege dieser jungen Wissenschaft.

Poncelet und Morin sind die ersten, welche die Mechanik der hydraulischen und calorischen Maschinen in zum Theil heute noch gültiger Form festlegen und die bis dahin scheinbar regellose Fülle der Mechanismen nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten ordnen. Die Vertiefung der von diesen Forschern geschaffenen Methoden verdanken wir zumeist deutschen und englischen Gelehrten. Rankine in England, Redtenbacher, Weisbach und Grashof in Deutschland dehnen den Kreis der durch Rechnung zu lösenden Probleme auf immer weitere Gebiete des Maschinenbaues aus.

Allen gemeinsam ist die meisterhafte Handhabung des Werkzeugs der Analysis. Ihren Höhepunkt erreicht diese Schule in Grashof, der die Summe seiner Lebensarbeit soeben in einem umfangreichen Werke über die theoretische Maschinenlehre zusammenfassend und abschliessend niedergelegt hat. Das Grashof'sche Werk erhält durch die fast ausschliessliche Verwendung der Analysis seinen kennzeichnenden Charakter. Ausgehend von den feststehenden Thatsachen der Physik behandelt Grashof in der denkbar knappsten Form klassischer Wort- und Formelsprache fast die Gesammtheit der Probleme des Maschinenbaues unter Berücksichtigung der geringsten Nebeneinflüsse, und gelangt zu Schlussformeln, deren Discussion zur Aufstellung allgemeiner Gesichtspunkte benutzt wird. Dieses Werk sichert unserm Vaterlande zur Zeit den ersten Rang in der rechnenden Maschinenwissenschaft.

In durchaus neue Bahnen wird die Forschung dagegen gelenkt durch Zeuner und Reuleaux, welche neue Hilfsmittel der Maschinentheorie erschliessen. Zeuner ist in erster Linie der glückliche Vermittler zwischen der modernen Naturanschauung und der theoretischen Maschinenlehre. Ihm verdanken wir den Aufbau der Theorie der Wärmekraftmaschinen auf dem Princip von der Erhaltung der Energie. Zwar haben auch andere Gelehrte, wie Rankine und der Physiker Clausius die Sätze der mechanischen Wärmetheorie auf technische Probleme, besonders auf die Theorie der Dampfmaschinen, anzuwenden gelehrt, keiner aber mit dem umfassenden Verständniss für die Bedürfnisse des Maschinenbaues, keiner mit so durchaus eigenartigen Methoden wie Zeuner. Er erweitert den Gesichtskreis, indem er für die Probleme des Maschinenbaues die äussersten

Grenzen aufsucht. Durch die Einführung des Begriffs der idealen Maschine schafft er einen Vergleichsmaassstab, der den wahren Werth des wirklichen Processes, sowie die Richtung des Fortschrittes mit Sicherheit erkennen lehrt. Seine Methode führt darum jederzeit von den allgem reinsten Gesichtspunkten zu den Besonderheiten des einzelnen Falles. Von dem Hilfsmittel der Rechnung macht Zeuner nur in beschränkter Weise Gebrauch, er erleichtert das Verständniss durch Heranziehung allgemeiner Naturgesetze.

Von nicht minderer Bedeutung ist das Wirken Reuleaux'. Seine Gesichtspunkte sind denen Zeuner's verwandt, auch er lehrt die Erforschung der Gesetze des allgemeinsten Falles, führt sie aber durch Zergliederung auf wenige Elementarzustände zurück. Während die Thätigkeit Zeuner's hauptsächlich den Kraftmaschinen zugewandt ist, belebt Reuleaux mit schöpferischem Genius das nicht minder wichtige Gebiet der Mechanismen, auf welchem er eine vollkommene Revolution der Anschauungen hervorgerufen hat. Von dem Hilfsmittel der Rechnung macht Reuleaux noch weniger Gebrauch als Zeuner, seine epochemachendsten Arbeiten erhalten ihr eigenartiges Gepräge durch das vollständige Fehlen des rechnerischen Apparates. Er führt zunächst jene grossartige, von französischen Mathematikern begründete Auffassung der Bewegungsgesetze in die Maschinenlehre ein und lehrt ihre Anwendung auf die verwickelten Mechanismen der Technik. Er combinirt sie mit anderen fruchtbaren Gesetzen, welche seinem eigenen Geiste entspringen, wie demjenigen von der Paarung der Elemente, der Umkehrung der Mechanismen, und schreckt sogar vor der kühnen Aufgabe, Mechanismen durch wissenschaftliche Synthese zu finden, nicht zurück.

Beider Methoden sind längst zum Gemeingut geworden, sie haben aus dem stillen Hörsaal einen wirklichen Weltgang angetreten und durchtränken heute zahlreiche Anschauungen der Maschinentheorie, ohne dass man sich dessen überall und immer bewusst wird. Sie haben befreiend gewirkt von dem Ballast endloser Formelreihen, und so mancher mag ihnen heute dankbaren Herzens bekennen:

Weg die Fesseln! Deines Geistes
Hab' ich einen Hauch verspürt!

An bahnbrechenden Geistern, an kühnen Forschern hat es der Maschinentheorie also nicht gefehlt. Blicken wir aber zurück auf die Arbeit eines vollen Jahrhunderts, und fragen wir, wie weit es gelungen ist, die Probleme des praktischen Maschinenbaues der Vorausberechnung zu unterwerfen. Auf einzelnen Gebieten hat die Wissenschaft zweifellos die Forderungen erfüllt, bei zahlreichen Aufgaben weist sie allein

dem Ingenieur den richtigen Weg. Doch nicht in allen Fällen ist sie die nimmer irrende Führerin, noch oft genug muss sie bescheiden zurücktreten hinter der siegreichen Schwester Erfahrung. Leider ist dies der Fall gerade bei den wichtigsten Schöpfungen der Technik, bei den Wärmekraftmaschinen.

Morin war der erste, welcher eine Theorie der Dampfmaschine aufstellte und ihre Berechnung lehrte. Es war ein erster und naturgemäss unvollkommener Versuch; er ging von Annahmen aus, deren Unhaltbarkeit von vornherein auf der Hand lag. Der Dampf wurde als ein permanentes Gas aufgefasst und seine Expansion aus dem Mariotte'schen Gesetz abgeleitet. Die Theorie gab ein Resultat, welches weit abwich von der Erfahrung. Dann kam die feinere Theorie de Pambour's, gleichfalls unzulänglich, weil auch sie für den Zustand des Dampfes in der Maschine eine unmögliche Voraussetzung machte. Neue Hoffnungen erwachten, als die Gesetze der mechanischen Wärmetheorie dem Maschinenbau sich erschlossen. In unübertroffener Klarheit entwarf Zeuner die Umrisse einer neuen Theorie, zeigte die Mängel der bisherigen Annahmen und stellte die Dampfmaschine auf neue, felsenfeste Fundamente. Aber die wichtige Frage der Berechnung des Dampfverbrauchs blieb auch jetzt noch offen. Der praktische Dampfmaschinenbauer stützt sich nach wie vor auf die alte Morin'sche Formel und corrigirt das Rechnungsergebnis durch einen Erfahrungscoefficienten von trauriger Grösse. Man kann allerdings nicht behaupten, dass die Vervollkommnung der Dampfmaschine darunter zu leiden hatte — ihren Entwicklungsgang hat sie unbeirrt fortgesetzt an der Hand der Erfahrung.

Nicht minder hilflos blieb die Maschinentheorie gegenüber der Zwillingschwester der Dampfmaschine — der Gasmaschine. Jahrzehnte lang fristete diese ihr kümmerliches, aber zähes Dasein in den Probirwerkstätten der Fabriken. Das kurze Aufblühen zum Beginn der 60er Jahre war nicht von Dauer, flügellos, weil unfertig in ihren innersten Organen, sank sie zurück in den unterbrochenen Werdeprocess. Da schwang sie sich empor in der Mitte der 70er Jahre aus jener Werkstatt am Rhein, wie ein Phönix aus der Asche, fertig und vollendet wie eine Minerva, um einen Siegeslauf ohne Gleichen anzutreten. Ebenbürtig steht sie heute neben der Dampfmaschine, und die Hoffnungen sind nicht übertrieben, die in ihr die Alleinherrscherin der Zukunft erblicken.

Welches ist nun der belebende Gedanke, der zündende Funke, der diese schlummernde Kraft erweckt, oder prosaisch gesprochen: durch welche offenbar rein mechanischen Mittel ist es gelungen, den Gasverbrauch so tief herabzu-

setzen? Die Maschinentheorie ist bis jetzt die Antwort darauf schuldig geblieben. So viel Schriftsteller darüber geschrieben haben, so viel Ansichten sind vertreten. Die Einen messen den Erfolg lediglich der Compression vor der Zündung bei, Andere der vermehrten Geschwindigkeit, noch Andere dem eigenthümlichen Verbrennungsprocess im Innern der Maschine. Noch fehlt uns die Formel, welche den Weg der Flamme in dem Feuermeer der Explosion sicher verfolgen lässt, noch fehlt dem blöden Auge die scharfe Brille, um die eiserne Wandung zu durchdringen. Nur Vermuthungen sind die schwankenden Fundamente, auf denen die Rechnung sich aufbaut, und enttäuscht legt der Theoretiker die Feder nieder, wenn das Facit seiner Formeln der einfachsten Erfahrung Hohn spricht.

Hirn müssen wir nun als denjenigen feiern, der mit weitschauendem Blick der Maschinentheorie einen neuen erfolgverheissenden Weg gewiesen, oder richtiger gesagt, der uns zurückgeführt hat auf jenen alten sicheren Weg, den Baco von Verulam schon beschritten — den Königsweg des Experiments.

Ich meine nicht jene Messungen des Verbrauchs und der Leistung ausgeführter Maschinen, durch welche der Ingenieur von jeher das Resultat seiner constructiven Thätigkeit zu controliren gewohnt ist, ich meine nicht jene vergleichenden Versuche, durch welche das Uebergewicht einer neuen Maschine oder einer sinnreichen Abänderung derselben dem Abnehmer klargelegt wird. Diese Ermittlungen verfolgen lediglich den Zweck der Feststellung eines Thatbestandes und können nur mittelbar dem Fortschritt dienen. Die Versuche, welche Hirn uns gelehrt, beziehen sich auf das innere Lebensprincip der Maschine, auf das Studium des Werdeprocesses der Arbeit und der Wandlungen der Wärme. Er selbst bezeichnet sie als „praktische Theorie“, in Deutschland nennt man sie seit Gustav Schmidt „Calorimetrische Untersuchung“.

Die Methoden, welche Hirn hierbei in Anwendung brachte, sind verschieden von denen der Physiker. Während diese darauf ausgehen, die Naturgesetze an sich zu erforschen, und bestrebt sind, jede zu studirende Erscheinung möglichst rein und ungetrübt durch Nebeneinflüsse zur Darstellung zu bringen, handelt es sich bei dem Arbeitsgang einer Maschine um eine Fülle von Einflüssen, deren Gesamtwirkung erst ein Bild des Processes giebt. Den Maschinentheoretiker interessirt weniger der Verlauf einer isolirten Erscheinung, als vielmehr die gegenseitige Wechselwirkung und ihr Einfluss auf die Gesamtarbeit. Die genauen Methoden, nach denen der Physiker zu arbeiten gewohnt ist, verbieten sich hierbei von selbst. Haupterforderniss ist die Einfachheit der Methoden

und Messinstrumente und die Vielheit und Schnelligkeit der Messungen selbst. Es wäre unangebracht, die Genauigkeit weiter treiben zu wollen, als die Grenze der vorgelegten Frage dies verlangt. Die Einfachheit der Instrumente und Methoden wird noch aus einem andern Grunde zur Nothwendigkeit. Der Maschinen-theoretiker kann seine Messungen für gewöhnlich nicht in der Stille des Laboratoriums mit der

Musse des Physikers ausführen. Inmitten der Werkstatt, zwischen bewegten Maschinen, nicht selten an gefährbringenden Orten, gestört durch verwirrende Geräusche, durch tausenderlei Nebeneinflüsse und Zufälligkeiten, ist sein Platz.

Bereits in seiner ersten grossen Arbeit über die Dampfmaschine, welche er im Jahre 1855 der Mülhau-sener Gesellschaft vorlegte, beschritt Hirn diesen Weg. Im Jahre 1856 folgte eine zweite epoche-

machende Schrift. In einem mehrfach aufgelegten zwei-bändigen Werke über die mechanische Wärme-theorie hat er den grössten Theil seiner Forschungsergebnisse methodisch zusammengefasst. Eine Fülle von grossen Gedanken, vorgetragen in fesselnder Form, durchglüht von edler Begeisterung, entrollt dieses bedeutsame Werk, dessen ungenauen und zum Theil nicht widerspruchsfreien Zahlenangaben nur unsere Ehrfurcht erwecken, wenn wir erfahren, dass halberblindete Augen die Hand des Verfassers lenkten. Doch die thatkräftige blühende Industrie der Reichs-

lande eilte mit dienstbereiten Augen und Händen herbei, dem Forscher ihre Dienste zu leihen. Eine Schule sammelt sich um den Meister, welche die calorimetrische Untersuchung der Dampfmaschine auf ihre Fahne schreibt und über das Verhalten des Dampfes im Cylinder der Maschine bald ein überraschendes Licht verbreitet. Leloutre, Hallauer, Grosseteste, Walther Meunier und Keller im Elsass,

Dwelshau-vers - Dery in Belgien, Donkin und English in England, Schröter in Deutschland tragen werthvolles Versuchsmaterial zusammen. Dwelshauvers-Dery und Gustav Schmidt wirken als begeisterte Dolmetscher für die Verbreitung und das Verständniss der neuen Ideen, während Zeuner's Meisterhand sie in die klare durchsichtige Form ausprägt.

Das Haupt-ergebniss dieser For-schungen gipfelt in folgender Er-kenntniss: Zum vollen

Verständniss der Wirkung des Dampfes genügt nicht die bisher geübte Betrachtung des Dampfes allein, von wesentlich mitbestimmendem Einfluss ist sein Partner, die Wandung, das Metall des Cylinders — eine glänzende Bestätigung der grossen fruchtbringenden Gedanken Reuleaux' von der Paarung der Elemente und ihrer Gleichwerthigkeit. So schliesst sich der Kreis, von weitschauenden Forschern an verschiedenen Punkten und zu verschiedenen Zeiten begonnen, zu harmonischer Vollendung!

Durch die Wechselwirkung des Dampfes

Abb. 88.



G. A. Hirn

und der metallischen Wandung wird nicht nur die viel umstrittene Frage des Dampfverbrauchs vollkommen erklärt, auch auf andere wichtige Erscheinungen wirft sie ein helles Licht. Ich kann den Zusammenhang hier nur kurz andeutend berühren. Die Wandung des Cylinders nimmt im Verlauf des periodischen Spieles eine mittlere Temperatur an. Dieselbe ist kleiner, als die Temperatur des Kesseldampfes, der unter Volldruck eintritt, grösser dagegen als die Temperatur des expandirten Dampfes, der in den Condensator strömt. Ein Theil des eintretenden Dampfes wird infolgedessen an den kühleren Wandungen condensirt und schlägt sich in Wasserform auf denselben nieder, im Verlaufe der Condensation, zum Theil sogar schon während der Expansion, wird von den nun heisseren Wandungen dieses Wasser von neuem verdampft. Gewinn und Verlust gleichen sich jedoch nicht aus, denn während des Auspuffes geht die frei werdende Wärme nutzlos zum Condensator.

Aehnlich, wenn auch geringer, ist die Wirkung der Wandung in der Gasmaschine, wo sie besonders den wichtigen Vorgang der Zündung beeinflusst. Ein unaufhörlicher Austausch von Wärme zwischen den Wandungen und dem wärmetragenden Mittel begleitet somit den Kreisprocess der calorischen Maschinen, und die Theorie, wenn sie ein zutreffendes Bild der Vorgänge entwerfen will, muss auf beide gleichwerthig Rücksicht nehmen.

Noch ist es nicht gelungen, diese verwickelten und zum Theil noch verschleierte Wechselbeziehungen der Rechnung zu unterwerfen, aber der Weg, den die Maschinentheorie zu verfolgen hat, ist ihr auf das klarste bezeichnet — in mühsamer Kärnerarbeit gilt es, die Bausteine zusammenzutragen, aus denen dereinst der Meister der Zukunft das festgefügte Gebäude errichten kann.

Wie bei allen grossen und wichtigen Fortschritten hat auch diese Erkenntniss nur allmählig Platz gegriffen, zahlreiche und mühevoll Versuche waren erforderlich, ehe sie in klaren Sätzen formulirt werden konnte. Man hat nicht mit Unrecht darauf hingewiesen, dass einzelne der in Rede stehenden Erscheinungen schon früher von erleuchteten Geistern mit Eifer studirt und theilweis auch richtig gedeutet worden sind. Doch kann dies das Verdienst des grossen Elsässers nicht verkleinern. Nicht die That-sachen an sich, sondern die Methoden der Forschung, die er uns gelehrt, das neue Ideenreich, welches der siegreiche Flug seines Geistes damit erschlossen, bilden das Reformatorische seines Wirkens und verleihen ihm unvergänglichen Ruhm.

Nur hierdurch ist der grosse Erfolg seiner Thätigkeit zu erklären, welche einen Kreis be-

geisterter Schüler zu seinen Füßen sammelte, die voll Verehrung zu ihm aufsahen, zu ihm, der nie einen Lehrstuhl bekleidet und doch das Haupt einer neuen, zukunftsreichen Schule geworden ist.

Sein Bildniss, das ich der Güte seines Freundes und eifrigsten Mitarbeiters, Dwelshauvers-Dery verdanke, zeigt uns die freundlichen Züge des mit seinen Gedanken nach innen gekehrten Gelehrten, dessen liebenswürdiges Wesen der Freund in folgenden Worten schildert: Hirn's Charakter war ebenso edel und erhaben, wie seine Kenntnisse tief und ausgebreitet. Seine Aufrichtigkeit, sein unbeirrtes Urtheil waren im Elsass allbekannt und hochgeschätzt, er wurde oft als alleiniger Schiedsrichter in verwickelten Streitfragen angerufen. Seine Geduld war unerschöpflich und seine Herzensgüte besonders für die Schwachen und Unwissenden so gross, dass der berühmte Gelehrte es nicht verschmähte, Kindern die Wunder der Welt zu erklären.“

Von den ferneren Lebensschicksalen Hirn's habe ich nur noch zu berichten, dass er sich im Jahre 1881 von den Geschäften zurückzog und in Colmar ganz seiner wissenschaftlich-literarischen Thätigkeit lebte. Diese war eine so ausgebreitete, dass ich Seiten füllen müsste, wollte ich nur die Titel seiner sämtlichen Arbeiten anführen. Die letzten Jahre seines Lebens waren astronomisch-philosophischen Forschungen gewidmet, die er kurz vor seinem im Januar dieses Jahres erfolgten Tode in den grossen Werken *Analyse élémentaire de l'univers* und *Constitution de l'espace céleste* zum Abschluss brachte. Mit Bezug auf das erstere sagte der Berichterstatter der französischen Academie, dass es die Zeiten von Descartes und Leibniz wachriefe. Es ist hier nicht der Ort und auch keine Aufgabe, der ich gewachsen wäre, die tiefen philosophischen Gedanken darzulegen, die der greise Gelehrte in diesen Werken offenbart.

Aber ein gewaltiger, wundersam ergreifender Abschluss eines Forscherlebens ist es, das mit Schmieröluntersuchungen beginnt und mit kühnen Gedanken über den Bau des Weltalls endet!

Hirn's Name ist deutsch, seine engere Heimath ein Theil unseres Vaterlandes, und doch dürfen wir ihn kaum den Unserigen nennen; sein Denken und Fühlen gravitirte nach Frankreich, auch seine Werke sind französisch geschrieben. Und dennoch will mir scheinen, war sein Geist von einem Hauch deutschen Wesens durchdrungen: citirt er doch in seinen Werken mit Vorliebe Schiller, den deutschesten unserer Dichter. Mit todesmüder Hand schrieb er noch auf sein letztes Werk als Glaubensbekenntniss die Worte:

Hoch über der Zeit und dem Raume webt
Lebendig der höchste Gedanke.
Und ob alles in ewigem Wechsel kreist,
Es beharret im Wechsel ein ruhiger Geist.

Metalle und Legirungen.

IV. Ueber Elektrometallurgie.

Von Dr. N. v. Klobukow.

II. Abschnitt: Verfahren der Elektrometallurgie auf nassem Wege.

Mit zwei Abbildungen.

Wie schon eingangs bemerkt, bedürfen die Verfahren der Elektrometallurgie auf nassem Wege zu ihrer Durchführung im Allgemeinen eines viel geringeren Aufwandes an elektrischer Energie, als die Verfahren der Elektrometallurgie auf trockenem Wege; dafür aber begegnen wir bei jenen auch complicirteren Versuchsbedingungen, als bei diesen.

Nur in den allerseltensten Fällen haben wir es hier mit der elektrolytischen Ausfällung eines Metalls aus der Lösung seines reinen Salzes zu thun — in den meisten Fällen operirt man mit Gemischen zweier oder mehrerer Metallsalze — und ist demnach eine Metallfällung fast durchweg mit einer Metallscheidung verbunden, beziehungsweise durch eine solche bezweckt. Besagte Lösungen bezw. Lösungsgemische werden nun entweder auf chemischem Wege, durch Behandlung von Erzen, Legirungen und sonstigen Materialien durch geeignete Reagentien, oder auf elektrochemischem Wege, indem man die genannten Materialien der Einwirkung der an der positiven Elektrode (Anode) eines elektrolytischen Apparates auftretenden Zersetzungsproducte aussetzt, hergestellt. — Das zuletzt genannte Verfahren ist das wichtigere, denn es ist leicht einzusehen, dass man die Operationen der Lösung und der Fällung durch den Strom miteinander verbinden, sie also in einem und demselben elektrolytischen Apparat durchführen kann, womit auch die Bedingungen eines möglichst continuirlichen Betriebes gegeben sind. Hier hätten wir es mit einem rein elektrochemischen Process der Metallgewinnung, bezw. der Metallscheidung zu thun — vorausgesetzt natürlich, dass die zu verarbeitenden Materialien keiner besonderen metallurgischen Vorbereitung (Röstung, Schmelzung u. dergl.) bedürfen — mit einem Verfahren, dessen technische Vortheile nicht hoch genug anzuschlagen wären. Nun gehört zwar vor der Hand die Auffindung solcher „idealer“ Verfahren mehr in das Gebiet der frommen Wünsche der Elektrochemiker; doch haben wir uns diesem Ziel mehr oder weniger genähert und besitzen eine Anzahl elektrometallurgischer Methoden, bei welchen man von den Methoden der Metallurgie nur sehr geringen Gebrauch macht. Neben diesen Verfahren behauptet aber auch eine grössere Anzahl von solchen ihren Platz, bei welchen der

Strom lediglich die Metallfällung — aus durch rein chemische Prozesse, ausserhalb der elektrolytischen Apparate, gewonnenen Lösungen — zu besorgen hat. — Wir haben es demnach mit zwei typischen Verfahren zu thun, auf welche sich die Gesamtheit der Methoden der Elektrometallurgie auf nassem Wege zurückführen lässt. In der Folge sollen diese Verfahren als „einfache“ bezw. als „combinirte“ Verfahren bezeichnet werden. Betrachten wir uns nun die allgemeinen Principien dieser Verfahren, sowie die zur Ausführung derselben anzuwendenden Apparate etwas näher.

Die Ausführung der „einfachen“ Verfahren, bei welchen es sich also um die Metallfällung bezw. Metallscheidung aus gegebenen, ausserhalb des elektrolytischen Apparates, auf chemischem Wege gewonnenen Lösungen handelt, gestaltet sich am einfachsten. In den betreffenden elektrolytischen Apparaten (Zersetzungsellen, Elektrolysoren) werden die Kathoden am besten aus dem zu fällenden Metall hergestellt, während als Anoden stets indifferente (unangreifbare) Materialien, so namentlich Graphitkohle, mitunter Blei, selten auch das theure Platin etc. in Verwendung kommen; die Trennung der Elektrodenabtheilungen durch poröse Scheidewände und sonstige mehr oder weniger durchlässige Membrane erscheint in den meisten Fällen geboten, mitunter ist sie sogar unerlässlich. Es ist klar, dass unter den obwaltenden Verhältnissen an der Anode unseres elektrolytischen Apparates eine der an der Kathode gefällten Metallmenge äquivalente Menge von sogenannten „elektro-negativen“ Bestandtheilen — wie z. B. Sauerstoff, Halogene, Säuren etc. — sich bilden wird; durch die Anhäufung dieser Zersetzungsproducte würden nicht nur die elektrolytischen Verhältnisse in der gegebenen Flüssigkeit beeinflusst werden, sondern es könnten auch eine Rücklösung des bereits gefällten Metalles und sonstige störende chemische Prozesse (sog. „secundäre Reactionen“) stattfinden. Durch die erwähnte Trennung der Elektrodenabtheilungen tritt man diesen Uebelständen wirksam entgegen — allerdings nur auf Kosten einer Vermehrung der Stromenergie, welche durch den vergrösserten Widerstand des Apparates erheischt wird — und erreicht dadurch noch einen weiteren Vortheil, indem man die Zersetzungsproducte an der Anode gewinnen bezw. in den Kreislauf der Operationen einführen kann.

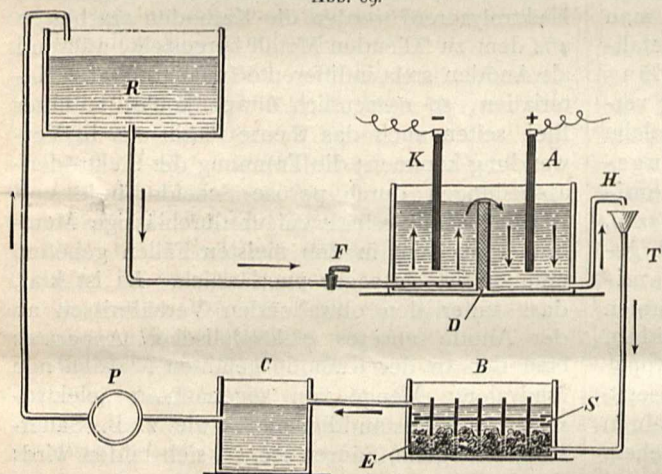
Zu diesem Behufe brauchen wir nur unsern Apparat so einzurichten, dass die zu elektrolysirende Flüssigkeit der Kathodenabtheilung continuirlich zugeführt wird, von da aus in die Anodenabtheilung gelangt und aus dieser letzteren denjenigen Apparaten zugeführt wird, in welchen die Auflösung der betreffenden Materialien stattfindet. Dort angelangt, wird die

mit lösenden Medien angereicherte Flüssigkeit im Stande sein, eine neue Portion der betreffenden Materialien in Lösung zu bringen; die so gewonnene Flüssigkeit lässt man alsdann wieder in die Kathodenabtheilung des elektrolytischen Apparates fließen, und auf diese Weise gestaltet sich der Process zu einem continuirlichen.

Bei den zu betrachtenden Processen können naturgemäss die verschiedensten Lösungsmittel verwendet werden; in den meisten Fällen haben wir es mit stärkeren Mineralsäuren zu thun, seltener ist die Anwendung von Alkalien bezw. von Ammoniak, am allerseltensten werden organische Säuren benutzt, es sei denn als Zusätze, deren Nutzen übrigens sehr fraglich erscheint.

Untenstehende Abb. 89 vranschaulich das Princip eines rationell durchgeführten „einfachen“

Abb. 89.



Verfahrens. Aus dem höher gelegenen Reservoir *R* strömt ein constanter, bei *F* zu regulirender Strom der zu elektrolysirenden Flüssigkeit dem Boden der Kathodenabtheilung *K* zu. Von da aus, über den oberen Rand der die Elektrodenabtheilungen trennenden porösen Scheidewand *D*, gelangt der Flüssigkeitsstrom in die Anodenabtheilung *A*, durchströmt diese von oben nach unten und fliesst an der Mündung des Heberrohres *H* in den mit dem Auslaugekasten *B* verbundenen Trichter *T* ab. Dort angelangt, wird die Flüssigkeit mit dem auszulaugenden Erz *E* in möglichst innige Berührung gebracht, was z. B. durch Anwendung einer mechanischen Rührvorrichtung *S* (Schaufelrad, Schraube etc.) geschehen kann. Die so regenerirte Lauge fliesst nun in den Behälter *C*, wo eine Klärung derselben durch Filtration, Absitzenlassen und dergl. vorgenommen wird; hieselbst wird sie auch einer chemischen Controle unterworfen und, wenn nöthig, durch Zusatz passender Chemikalien von schädlichen Beimengungen befreit. Eine Pumpe *P*

hebt die nunmehr vollkommen regenerirte Flüssigkeit in das Reservoir *R* zurück. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass sämtliche beschriebene Apparate, mit Ausnahme des Reservoirs und der Pumpe, in mehrfacher Anzahl vorhanden sein können; so werden auch gewöhnlich sogenannte Batterien von Zersetzungs- zellen, von Auslauge- und Absetzkästen über- bezw. nebeneinander aufgestellt. Einzelne Apparate können auch heizbar eingerichtet sein, was jedoch eine für den Grossbetrieb sehr un- vortheilhafte Complication bedeutet.

Bei der Ausführung der „combinirten“ Ver- fahren, bei welchen also der Strom nicht nur die Metallfällung, sondern auch gleichzeitig die Auflösung der zu verarbeitenden Materialien zu besorgen hat, begegnen wir etwas complicirteren Verhältnissen. Hier liegt der Gedanke am nächsten, die betreffenden aufzu- lösenden Materialien selbst als Anoden zu verwenden, was natürlich voraussetzt, dass diese Substanzen erstens den Strom leiten können, und zweitens, sich in eine gewünschte Form bringen lassen; das sind aber Be- dingungen, die offenbar nicht immer erfüllt werden können. Was zunächst die elektrische Leitungsfähigkeit anlangt, so wissen wir, dass eine grössere Anzahl von Erzen den Strom schlecht oder doch ungenügend leitet; dasselbe gilt auch für viele der in Betracht kommen- den Hüttenproducte. Andererseits gelingt es nicht, jedes dieser Materialien durch Guss bezw. durch mechanische Behandlung (Agglomeration durch hohen Druck) in compacter Form zu erhalten. In allen solchen Fällen ist man ge-

zwungen, wiederum Anoden aus unangreif- baren Stoffen zu verwenden, mit welchen man die in Betracht kommenden Materialien in möglichst innige Berührung bringt, so dass sie jederzeit der Einwirkung der elektrolytischen Zersetzungsproducte ausgesetzt bleiben. Der- artigen Anoden — wir wollen sie in der Folge als „zusammengesetzte“ Anoden bezeichnen — kommt zwar nicht ganz die Wirkung der aus einem Stück hergestellten „löslichen“ Anoden zu, doch ersetzen sie diese letzteren bis zu einem gewissen Grade und können daher schlechthin auch als „lösliche“ Anoden bezeichnet werden.

Demnach unterscheiden sich die bei den „combinirten“ Verfahren anzuwendenden Appa- rate von den zur Ausführung „einfacher“ Verfahren dienenden zunächst nur durch die Beschaffenheit der Anoden; die Kathoden be- stehen wiederum am besten aus dem zu fällenden Metall. Eine Trennung der Elektrodenabthei- lungen durch poröse Scheidewände ist zwar nicht durchaus nothwendig — da unter den obwal-

tenden Verhältnissen die Flüssigkeit des Elektrolyten im Laufe des Processes keinen so grossen chemischen Veränderungen unterworfen ist — sie empfiehlt sich jedoch in einigen speciellen Fällen aus später zu erörternden Gründen. Nun kommt aber etwas Wesentliches hinzu — die Nothwendigkeit, die zu elektrolysirende Flüssigkeit in fortwährender Bewegung zu erhalten — eine theoretisch und experimentell begründete Nothwendigkeit, welche leider nur zu oft übersehen wird. Man hilft sich entweder durch Anwendung von geeignet construirten mechanischen Rührvorrichtungen oder — besser und leichter durchführbar — durch Unterhaltung einer lebhaften Circulation der zu elektrolysirenden Flüssigkeit in einer Anzahl von neben resp. übereinander gestellten Zersetzungszellen mittelst Pumpwerken.

Beistehende Abb. 90 veranschaulicht das Princip eines rationell durchgeführten „combinirten“ Verfahrens. Der bei F passend zu regulirende Flüssigkeitsstrom tritt aus dem Reservoir R am Boden der Zersetzungszone (mit durch eine poröse Scheidewand nicht getrennten Elektrodenabtheilungen) ein und verlässt diese in der Höhe des constanten Flüssigkeitsniveaus, um in den Behälter C zu gelangen. Hier wird die Flüssigkeit einer Prüfung und, wenn nöthig, einer geeigneten chemischen Behandlung, mitunter auch einer Klärung unterzogen, wonach sie durch das Pumpwerk P in das Hochreservoir R gehoben wird und ihren Kreislauf durch die Apparate von Neuem beginnt. Unter der Anode sehen wir einen flachen Kasten angebracht, welcher zum Sammeln und bequemen Entfernen des Anodenschlammes und der Anodenabfälle dient. Durch die punktirten Linien bei A soll an die Einrichtung einer „zusammengesetzten“ Anode erinnert werden.

Bei den „combinirten“ Verfahren erscheint die Beschaffenheit des Elektrolyten bezw. der anzuwendenden Lösungsmittel von besonderer Wichtigkeit; im Uebrigen gilt von der Wahl dieser letzteren das bei den „einfachen“ Verfahren angeordnete.

Gehen wir nun zur Betrachtung der elektrischen Verhältnisse bei den elektrometallurgischen Verfahren auf nassem Wege über.

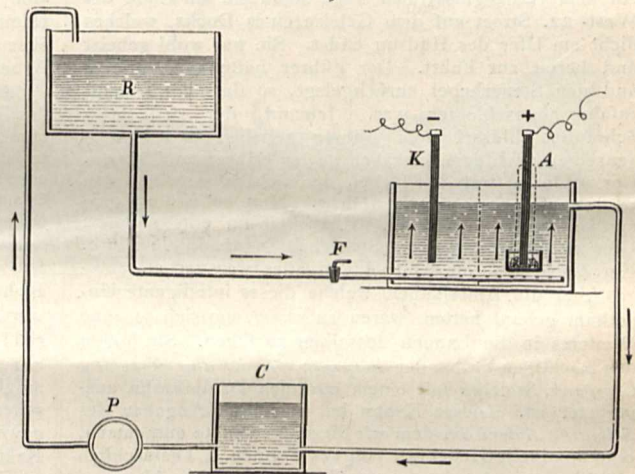
Wie schon erwähnt, erfolgt bei diesen Verfahren die Abscheidung der Metalle fast durchweg aus Salzgemischen; andererseits werden wir sehen, dass bei den „combinirten“ Verfahren die lösende Wirkung des Stromes an der Anode sich fast immer auf Gemische fester Körper zu erstrecken hat. Nun wissen wir aber, dass das Endziel all' solcher Verfahren in der Reinmetallgewinnung besteht — die elektrometallurgische Abscheidung von Metallgemischen bezw. Legirungen spielt eine

nur untergeordnete Rolle — und liegt es deshalb auf der Hand, dass wir die Bedingungen ergründen müssen, bei welchen der Strom sowohl bei der Metallfällung, als auch bei der Auflösung des Anodenmaterials die gewünschte Auswahl trifft. Ist nun das überhaupt immer möglich? Theoretisch müsste man diese Frage bejahen; bei der praktischen Durchführung stösst man jedoch mitunter auf unüberwindliche Schwierigkeiten, Schwierigkeiten, welche durch das gleichzeitige Zusammenwirken einer sehr grossen Anzahl von Factoren bereitet werden.

Die Einzelbetrachtung dieser Factoren würde den Leser zu sehr ermüden; wir begnügen uns damit, an dieser Stelle die wichtigsten von ihnen aufzuzählen.

Von den elektrischen Grössen kommen in

Abb. 90.



Betracht: Stromdichte an den Elektroden; Leitungsfähigkeit des Elektrolyten, bezw. der darin enthaltenen Salze; Leitungsfähigkeit der Elektroden — speciell der Anoden — bezw. der einzelnen Bestandtheile des Anodenmaterials und Polarisationserscheinungen.

Von den chemischen Verhältnissen müssen berücksichtigt werden: Natur und Concentration der Lösung; Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandtheile der Lösung; Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandtheile der löslichen Anoden; „secundäre“ Reactionen — das sind solche chemische Prozesse, welche durch Einwirkung der elektrolytischen Zersetzungsproducte (Ionen) auf die Bestandtheile des Elektrolyten und der Elektroden zu Stande kommen.

Aber auch rein physikalischen Verhältnissen kommt hierbei eine wichtige Rolle zu; so namentlich sind zu berücksichtigen: Temperatur und Bewegung (Circulation) des Elektrolyten; ferner die physikalischen Eigenschaften

der Anoden: Dichte, Cohärenz, Oberflächen-structur etc. In einigen Fällen sind auch die physikalischen Eigenschaften der Kathodenoberflächen von Einfluss auf die Beschaffenheit der Metallniederschläge; auch wären die störenden Einflüsse hervorzuheben, welche durch eine an der Kathode stattfindenden (elektrolytischen) Gasabscheidung verursacht werden etc.

(Fortsetzung folgt.)

RUNDSCHAU.

Eine Locomotive, welche freiwillig den Tod durch Ertränken sucht, ist entschieden etwas Neues und noch nie Dagewesenes. Das Vaterland dieser melancholischen Maschine ist natürlich Amerika. Wie lange sie sich mit Selbstmordgedanken getragen hat, ist unbekannt. Jedenfalls lauerte sie auf eine passende Gelegenheit und ergriff dieselbe mit Energie, als sie sich endlich darbot. An dem verhängnisvollen Tage stand sie am Ende der West- 22. Street auf dem Geleise eines Docks, welches dicht am Ufer des Hudson endet. Sie war wohl geheizt und bereit zur Fahrt. Der Führer hatte sich entfernt und den Steuerhebel zurückgelegt, so dass die Dampfzufuhr abgeschlossen war. Jemand, der sich einen Schraubenschlüssel vom Führer geliehen hatte, warf denselben nach dem Gebrauch in den Führerstand hinein. Der Schlüssel traf den Hebel, der sich bewegte und den Dampf zum Kolben treten liess. Nun hatte die Locomotive gewonnenes Spiel. Unaufhaltsam eilte sie dem Ufer zu und sprang mit Sicherheit in die kühle Fluth. Ein Zischen — ein Wirbel und alles war vorbei.

Aber die Amerikaner, welche dieses intelligente Ungethüm gebaut hatten, waren zu *smart*, um sich so ohne Weiteres in die Launen desselben zu fügen. Sie holten den mächtigen Prahm der *Chapman Derrick and Wrecking Company*, welcher mit einem enormen Dampfkrahn ausgerüstet ist. Dieser Krahn hat nach den Angaben des *Scientific American*, dem wir diese Geschichte entnehmen, eine nominelle Hebekraft von 135 Tonnen. „Thatsächlich aber“ — so setzt das genannte Blatt vorsichtig hinzu — „ist es schwer, eine Grenze für seine Kraft festzustellen.“ Einem solchen Werkzeug war es natürlich nicht schwer, die ertrunkene Locomotive zu retten. Ein Taucher stieg hinab, legte dem im Tode erstarrten Ungethüm eine Kette um den Leib, der Dampfkrahn begann zu arbeiten und sehr bald erschien die Locomotive, triefend, wie eine ertrunkene Katze, über dem Spiegel der Fluthen. Sie wurde abgerieben und angefeuert, versprach sich zu bessern und ging seufzend wieder an die Arbeit. Der wunderbare Dampfkrahn hob dann noch als weiteres Zeichen seiner Leistungsfähigkeit zwei versunkene Schleppdampfer in gleicher Weise vom Boden des Hudson empor.

So weit unsere Quelle, welche ihrer Mittheilung sogar eine höchst dramatische Abbildung beigiebt. Wir wissen nicht, wie gross das Salzkorn sein müsste, welches wir unseren Lesern als Zuspähe zu dieser Nachricht entschieden empfehlen; aber es scheint uns, dass sich an dieselbe ganz erspriessliche Betrachtungen über die Hebewerke der Neuzeit knüpfen lassen. Es ist noch gar nicht so lange her, dass Flaschenzüge das einzige mechanische Hilfsmittel thierischer und menschlicher Kraft für die Bewegung grosser Lasten bildeten. Wo sich die Last nicht theilen liess, da mussten eben so viele Thiere und Menschen anfassen, als zur Bewegung der Last nöthig waren. Es war kein wesentlicher Fortschritt erfolgt seit der Zeit der Pharaonen, welche gewaltige Felsblöcke durch Tausende von Sklaven und Hunderte von Stieren quer durch die Wüste schafften und als ewige Denk-

mäler ihrer Macht aufrichteten. Manchmal wurde auch ihnen die Aufgabe zu schwer; die Nadel der Cleopatra blieb im Sande liegen und erreichte nie den Ort ihrer Bestimmung.

Wie ganz anders heute. Wir denken nicht mehr daran, Lasten, welche die Kraft weniger Männer nicht zu bewältigen vermag, durch Menschenkraft zu bewegen. Wir rufen sofort unsern mächtigen Bundesgenossen, den Dampf, zu Hülfe, für dessen Kraft es „schwer ist, eine Grenze festzustellen“. Auf jedem Bau tritt die Dampfwinde in Thätigkeit. Chausseewalzen, welche dreimal so schwer sind, als die, welche früher von vielen gespannten keuchenden Pferde oder Stiere bewegt wurden, rollen jetzt knirschend über die Steine, getrieben vom Dampf, gesteuert von einem einzigen Maschinisten. Der mächtige Laufkrahn fehlt heute keiner Maschinenwerkstätte und thut seine Arbeit ohne Anstrengung, ohne Lärm, mit Ruhe und grösster Sicherheit. Er hebt die gewaltigsten Gussstücke, trägt sie vorwärts, nach rechts, nach links, keinen Centimeter zu weit, und lädt sie schliesslich, wenn ihre Bearbeitung fertig ist, auf den bereitstehenden Eisenbahnwagen. Wo hört man heute noch das taktmässige Hü-ho, mit welchem einst Schaaren von 20—30 Männern die schwere Arbeit des Rammens von Pfählen zu begleiten pflegten? Heute thut die Dampfkranne ihre Dienste mit leichtem Puffen, welches eher den Eindruck fröhlichen Behagens, als den schwerer Arbeit hervorbringt.

Am grossartigsten aber zeigen sich die Kraftwirkungen des Dampfes da, wo sie von einer Centrale aus über ein ganzes Gebiet vertheilt werden. Es geschieht dies meist in der Weise, dass eine stationäre Dampfmaschine constant arbeitet und ihre Kraft durch Einpumpen von Wasser in ein unter Hochdruck stehendes Reservoir aufspeichert. Aus diesem wird die Kraft durch Rohrleitungen vom Wasser an die Verbrauchsstellen getragen. Die grösste wie die kleinste Arbeitsleistung kann dem Rohrnetz durch das Oeffnen eines Ventils entnommen werden. Zuerst ist dieses System wohl bei der Einrichtung der Bessemer-Stahlwerke in Anwendung gekommen, deren Betrieb überhaupt nur mit seiner Hülfe möglich ist. Wer kann die Arbeit eines solchen Werkes sehen, die grossartige Ruhe beobachten, mit der die gewaltigen Colosse der Bessemerbirnen, von unsichtbaren Kräften gelenkt, sich bewegen, ohne überwältigt zu werden von dem Gefühl der Bewunderung? Nicht das Ungeheure der Leistung setzt uns in Erstaunen, sondern die Sicherheit, mit der es vollbracht wird. Von den Bessemerereien übertrug sich das System auf grosse Werke überhaupt. Schon vor 15 Jahren wurde in der grossen Allsopp'schen Brauerei in Burton on Trent fast die gesammte, für den Betrieb der zahllosen Hebewerke aller Art erforderliche Kraft durch eine gewaltige centrale Maschinenanlage erzeugt und durch Wasser allen Theilen der Fabrik zugeführt.

Weit überflügelt aber hat alle früheren derartigen Anlagen das System der Kraftlieferung, wie es bei dem Bau der Hafenanlagen in Bremen und namentlich in Hamburg zur Ausführung gekommen ist. Wer diese Städte in früheren Tagen gekannt hat und heute wieder sieht, ist erstaunt über das veränderte Bild. Heute wie damals zeigt sich ihm ein geschäftiges Treiben, ein hastiges Ein- und Ausladen von Gütern, deren Menge schier unabsehbar ist. Aber während früher keuchende Menschen durch die Waarenschuppen stolperten, während man nirgends sicher war vor fallenden Ballen und rollenden Fässern, verläuft heute der ganze riesige Betrieb scheinbar ganz mühelos, dank den zweckmässigen Kranen und Aufzügen, die eine blosse Handbewegung verlangen, um in Thätigkeit zu treten.

Die Kraftwirkungen der modernen Hebewerke sind in der That erstaunlich, und wenn wir auch diesseits des Oceans mit ihnen nicht ganz so sensationelle Leistungen erzielen, wie die oben geschilderten, so haben wir doch keinen Grund, uns des bisher Erreichten zu schämen. [867]

Die Bewegung des Doppelsternpaares Spica (α Virginis), über das wir schon im *Prometheus* Nr. 34 berichtet haben, ist jetzt von Prof. Vogel in Potsdam durch zahlreiche spectrographische Beobachtungen genauer erforscht worden. Aus seinen Beobachtungen ergeben sich, unter der Annahme einer kreisförmigen Bahn bei gleicher Masse des Componenten folgende Daten:

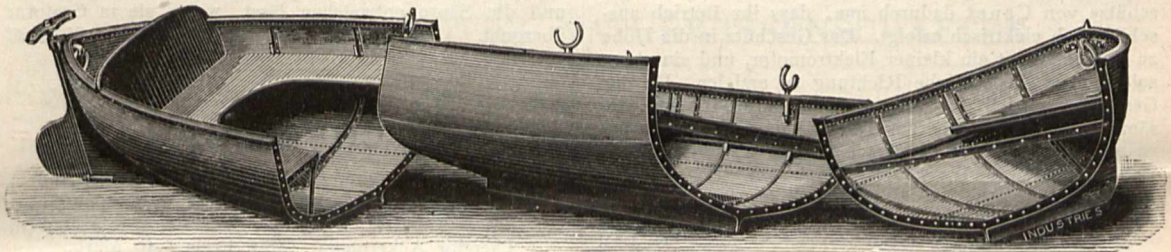
Umlaufszeit 4,0134 Tage, Geschwindigkeit 12,3 Meilen per Secunde, Abstand vom Schwerpunkte 679 000 geographische Meilen, Masse 2,6 Sonnenmassen. Bei einer Parallaxe von 0,2'' würde die scheinbare Distanz der Componenten 0,014'' betragen, eine optische Entdeckung des Doppelsterns mithin unmöglich sein. M. [809]

* * *

Stahlboot für Central-Afrika. Bei dem ausserordentlichen Interesse, welches auch in Deutschland, Dank den Bemühungen Wissmann's, der Schifffahrt auf den afrikanischen Seen entgegengebracht wird, glauben wir viele unserer Leser durch die Abbildung und Beschreibung eines Bootes zu erfreuen, welches vor kurzem für dem Nyassa-See von der Firma Simpson, Strickland & Co. in Dartmouth fertig gestellt wurde. Der Nyassa-See wird schon seit 1887 von einem grösseren

Verwendung findet. Es ist aber sehr selten und findet sich nur an einigen wenigen Fundorten auf der Erde, an diesen freilich so massenhaft, dass es einen verhältnissmässig niedrigen Preis besitzt. Die berühmten englischen Gruben in der Grafschaft Cornwall liefern heute noch reiche Erträge, wie vor 3000 Jahren, als die Phönikier sie ausbeuteten. Noch viel bedeutender ist das Vorkommen auf den zum malayischen Archipel gehörigen Inseln Banca und Billiton. Diesen beiden Hauptfundorten gesellt sich jetzt ein dritter hinzu, San Jacinto in Californien, dessen Erreichthum keine Grenzen zu haben scheint. Das Vorkommen erstreckt sich über etwa 70 englische Quadratmeilen und ist in seinen geologischen Verhältnissen dem Cornischen höchst ähnlich. Der Zinnstein ist in Adern eines eigenartigen Granits eingesprengt, stellenweise so reichlich, dass das Gestein schwarz wie Kohle aussieht. Etwa 70 Adern treten zu Tage, von denen die bedeutendste 60 Fuss mächtig ist. Kupfer, Silber, Gold und Nickel soll sich in der gleichen Gegend vorfinden. — Die Bedeutung der Minen wurde zuerst stark übertrieben, das Erz sollte durchschnittlich 20 Proc. Metall liefern. Dass es reich ist, ist jetzt mit Sicherheit festgestellt worden, schon wenn es dem 2- bis 3procentigen Cornischen gleichkäme, liessen sich

Abb. 91.



Zerlegbares Stahlboot für Central-Afrika.

Stahlboot befahren, welches für die Universitäts Missions-Gesellschaft von der gleichen Firma erbaut wurde. Das neue Boot soll dem älteren als Hülfschiff beigegeben werden. Um seinen Transport nach dem See so einfach als möglich zu gestalten, ist es in drei Theile zerlegbar. Das ganze Boot mit seiner Ausrüstung wiegt 250 kg. Da nun die Innentheile — Bodenbretter u. s. w. — herausgenommen werden können, so wiegt jedes der drei Segmente kaum 80 kg, eine Last, die sehr wohl von zwei Trägern durch den Urwald geschafft werden kann. Dieses geringe Gewicht ist erzielt worden, durch die Verwendung von Stahl als Baumaterial für den Kiel und das Gerüst des Bootes. Der Stahl ist stark galvanisirt. Das Holzwerk des Bootes ist aus Teakholz mit Ausnahme der Fussbretter, welche aus Pitchpine gefertigt sind. Das Boot ist 14 Fuss lang und 4 Fuss breit. Die Flanschen der einzelnen Theile werden durch Schrauben an einander gepresst und durch Kautschuk-einlagen wasserdicht erhalten. Die Zertheilung derartiger für den Export bestimmter Boote in einzelne Segmente verallgemeinert sich sehr, und dürfte auch für solche Boote in Aufnahme kommen, welche für civilisirtere Gegenden als Central-Afrika bestimmt sind. Denn neben dem erleichterten Ueberlandtransport derselben fällt namentlich noch der Umstand in's Gewicht, dass solche Boote sich sehr bequem verpacken lassen und auf Dampfem, welche bekanntlich ihre Transportpreise nicht nach dem Gewicht, sondern nach dem Volum der Waaren stellen, nur wenig Platz einnehmen. S. [864]

* * *

Neues Vorkommen von Zinn. Das Zinn ist bekanntlich ein sehr werthvolles und nützlichendes Metall, welches als solches, sowie in Legirungen, ausgedehnte

die Gruben mit grossem Vortheil betreiben. Eine englische Actiengesellschaft hat San Jacinto angekauft und den Bergbau daselbst in die Hand genommen. [868]

* * *

Woraus besteht die Mondoberfläche? Dieser fast unbeantwortbar erscheinenden Frage ist Landerer (*Comptes rendus* 1890 S. 210) dadurch näher getreten, dass er den Polarisationswinkel verschiedener Gesteine mit dem Polarisationswinkel der verschiedenen Stellen der Mondoberfläche verglich, welche beiden Winkel er mit bewundernswerther Schärfe bestimmte. Hiernach scheinen ihm die dunklen Theile des Mondes aus Vitrophyr, einem schwarzen Gestein, zu bestehen, welches sich auf der Erde in der Rhodope-Kette findet und grobe Krystalle von Sanidin, Magnetit und Hornblende in einer geflossenen Masse enthält. Auch das Auftreten dieses Gesteins im Gebirgsstocke soll mit dem Aussehen der Mondmeere in Einklang stehen. Wir geben diese Notiz trotz der zahlreichen genauen Messungen mit aller Reserve; uns scheint hier die Forschung sich vergeblich zu bemühen, die ihr gesteckten Grenzen zu überschreiten, und namentlich ein Schluss auf eine bestimmte Gesteinsart unzulässig. [827]

* * *

Die untere Tongrenze liegt nach den neuesten Untersuchungen von Appun (*Poggendorffs Annalen*, Beiblätter 1890 S. 362) niedriger, als man bisher annahm, und zwar bei absteigender Tonfolge bei 10 bis 9 Schwingungen in der Secunde, bei aufsteigender Tonfolge dagegen, bei welcher das Ohr noch nicht auf die

äusserste Anspannung des Nerven vorbereitet ist, erst bei 11 bis 12 Schwingungen in der Secunde. Tongeber für diese tiefsten Töne war ein etwa $\frac{1}{2}$ m langer eingeklemmter Metallstreifen mit einer Scheibe am Ende, welcher in Schwingungen versetzt wurde. [828]

* * *

Edelmetalle in der Asche von Vulcanen sind bis jetzt nur in zwei Fällen beobachtet, aber auch da nur in minimalen Spuren. Mallet hatte, wie die *Naturw. Rundschau* berichtet, schon früher in der Asche vom Ausbruch des Cotopaxi im Jahre 1885 Silberspuren entdeckt, und zwar 1 Theil auf 83 600 Theile Asche, und hat jetzt auch in der Asche von der 1886 stattgehabten sehr heftigen Eruption des Tunguragua in den Anden von Ecuador wieder geringe Silberspuren nachgewiesen (1 Theil auf 107 200 Th. Asche). Diese Befunde interessieren namentlich in Bezug auf die Zusammensetzung des flüssigen Erdinnern, welches man neuerdings wiederholt als sehr metallreich angesprochen hat — zweifelhaft, ob mit Recht. [829]

* * *

Elektrisches Getriebe für Schnellfeuergeschütze. *Engineering* zufolge zeichnen sich die Schnellfeuergeschütze von Canet dadurch aus, dass ihr Betrieb ausschliesslich elektrisch erfolgt. Das Geschütz in die Höhe zu richten, dient ein kleiner Elektromotor, und ein ebensolcher, um die seitliche Richtung zu erzielen. Da das Geschütz speciell für Kriegsschiffe berechnet ist, die sämtlich mit elektrischen Beleuchtungsanlagen ausgerüstet sind, so bietet die Beschaffung des Stromes keine Schwierigkeit. Bei Verwendung des Geschützes in Feldbefestigungen oder in vorgeschobenen Werken wäre allerdings der elektrische Betrieb kaum anwendbar. R. [798]

* * *

Tokio-Wasserwerke. Die japanische Hauptstadt Tokio, deren Bevölkerung auf 1 300 000 Seelen geschätzt wird, erhält demnächst, an Stelle der alten Wasserleitung mit ihren Holzpfeifen, eine auf der Höhe der Zeit stehende Wasserversorgungsanlage, deren Herstellung und Betrieb die Gemeindeverwaltung selbst in die Hand nimmt. Die Werke werden so angelegt, dass sie für eine Bevölkerung von zwei Millionen ausreichen, wobei der tägliche Bedarf für den Kopf auf vier Cubikfuss angenommen ist. Wasser ist in der Umgegend reichlich und in einem sehr reinen Zustande vorhanden. Es wird nach dem 30 m über dem Meere gelegenen Hauptwerke geleitet, von welchem aus die Vertheilung erfolgt. Die Leitungen bekommen eine Länge von etwa 640 km. Es wird dafür gesorgt, dass die Wasserleitung auch bei ausbrechendem Feuer die Feuerspritzen zu speisen vermag. (*Engineer.*) V. [795]

* * *

Neue Sprenggeschosse. Um die brisanten Sprengstoffe in Hohlgeschossen zu einer ihrer Kraft entsprechenden Wirkung kommen zu lassen, werden die Geschosskörper aus zähem Stahl, statt aus Gusseisen wie die gewöhnlichen Granaten, gefertigt. Die Herstellung des cylindrischen Theils geschah bisher in der Regel durch Ausbohren und Abdrehen entsprechend dicker Stahlwellen, auf welchen der Kopf aufgeschraubt wird. Dieses umständliche Herstellungsverfahren macht die meist fünf Kaliber langen Geschosse der schweren Mörser sehr theuer. Man hat sie deshalb in neuer Zeit nach dem Mannesmann'schen Verfahren herzustellen begonnen, derart, dass der Geschossboden bei diesem eigenthümlichen Walzverfahren sich von selbst bildet. In Nordamerika soll nun neuerdings ein Lieutenant Wood mit Erfolg das Thomson'sche elektrische Schweissverfahren zur Herstellung solcher Geschosskörper angewendet

haben. Der cylindrische, geschweisste Theil besteht aus weichem Stahl, der aufzuschraubende Kopf aus Hartgussstahl. Dieses Verfahren wird nur dann unbedenklich sein, wenn es jedes unvollständige Schweißen, auch die kleinste Oeffnung in der Schweissnaht zuverlässig ausschliesst. C. [875]

* * *

Selbstentzündung von Kohle. Am Schluss eines vor der *Institution of naval architects* gehaltenen Vortrages empfiehlt Lewes folgende Vorsichtsmaassregeln gegen die Selbstentzündung der Kohle. Dieselbe ist in möglichst grossen Stücken an Bord zu nehmen und man soll die Pyriten ausscheiden, weil ihre Oxydation das Zerfallen der Kohle beschleunigt. Die Kohle darf höchstens 3% Feuchtigkeit enthalten und daher, wenn nach einem entfernten Hafen bestimmt, erst nach einem vierwöchentlichen Lagern verladen werden. Die zur Verhütung der Zündung angeordneten Vorrichtungen — Temperaturwarner, Löschmittel — müssen selbstthätig arbeiten. Als Warner empfiehlt Lewes in eiserne Röhren eingeschlossene Thermometer, welche, wenn das Quecksilber eine gewisse Höhe erreicht, eine elektrische Klingel ertönen lassen. Als Löschmittel aber eigne sich flüssige Kohlensäure am besten. Dieselbe soll in Flaschen liegen, deren Verschluss bei einer gewissen Temperatur schmilzt und die Säure entweichen lässt, wobei sie in Gasform übergeht. V. [816]

BÜCHERSCHAU.

Siegmund Günther, *Die Meteorologie, ihrem neuesten Standpunkte gemäss mit besonderer Berücksichtigung geographischer Fragen dargestellt.* München, Theodor Ackermann. 1889. Preis 5,40 Mark.

Auf Grund einer reichhaltigen Litteraturkenntniss behandelt der Verfasser in gedrängter Uebersicht das Gesamtgebiet der Meteorologie und Klimatologie, und zwar in vier Hauptstücken: 1) Allgemeine Eigenschaften der Atmosphäre und deren Beobachtung; 2) die Lehre von den Bewegungen in der Atmosphäre; 3) allgemeine Klimatologie und 4) specielle klimatische Beschreibung der Erdoberfläche. Hieran schliesst sich noch ein Anhang, welcher die praktische Witterungskunde, und ein zweiter, welcher die meteorologische Optik in ziemlich eingehender Weise behandelt. Da das Buch hauptsächlich für Studierende der Naturwissenschaften und der Geographie bestimmt ist, so sind einige Kapitel, welche in den Lehrbüchern der Meteorologie sonst nur wenig hervortreten pflegen, verhältnissmässig eingehender behandelt worden, wie z. B. die Messung der Verdunstung, die örtlichen Bedingungen der Fallwinde, die Fortpflanzung der Gewitter, die Tropenhygiene, der Einfluss von Wäldern und Gebirgen, Erdbeben u. dgl. Trotz des bescheidenen Umfangs von nur 300 Seiten findet man in dem Buche eine reichhaltige Fülle historischer Mittheilungen über die Entwicklung der verschiedenen meteorologischen Disciplinen, welche der grossen Litteraturkenntniss entspringen, die dem Verfasser bekanntlich eigen ist. In zweiter Linie ist das Buch auch für Lehrer der höheren Bildungsanstalten bestimmt, welche ihre früher erworbenen meteorologischen Kenntnisse wieder auffrischen möchten, und überhaupt sollte der Leserkreis sich keineswegs mit der Fachwelt im engeren Sinne decken, daher wurde von der Einfügung mathematischer Formeln und Betrachtungen durchaus Abstand genommen. Wir schliessen uns dem Wunsche des Verfassers an, dass das kleine Buch der Verbreitung meteorologischer Kenntnisse sich förderlich erweisen möge.

W. J. v. B. [873]