



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 60.

Alle Rechte vorbehalten.

Jahrg. II. 8. 1890.

Das Fernrohr und seine Zukunft.

Von Dr. A. Miethe.
Mit drei Abbildungen.

Das Fernrohr ist eins der wichtigsten Forschungsmittel der Menschheit geworden. Seine Anwendung beschränkt sich nicht allein auf das astronomische Gebiet, obwohl es hier seine grössten, populärsten Triumphe feierte, sondern erstreckt sich über alle Zweige der Messtechnik. Ueberall da, wo es sich darum handelt, Naturgesetze in Maass und Zahl festzustellen, wird das Fernrohr — mindestens als Hilfsapparat — gebraucht. Die Schwankungen der magnetischen Kräfte der Erde misst der Forscher mit Fernrohr und Spiegel, die Phänomene der Interferenz, die Gestalt und Dimensionen des Erdkörpers, die Länge und Breite eines Ortes, die Zeit, die Distanz ferner, unzugänglicher Punkte, die Höhe der erhabensten Berggipfel, die Wellenlängen des Lichtes und viele, fast ungezählte andere Erscheinungen werden mit dem Fernrohr studirt und bestimmt. Daher mag es erlaubt sein, den Leser in grossen Zügen mit der Theorie und der etwa zu erwartenden Vervollkommnung dieses Instrumentes bekannt zu machen.

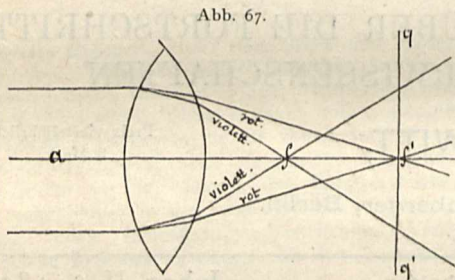
Einige bekannte Thatsachen müssen wir zu diesem Ende voranschicken. Das Fernrohr be-

steht im Wesentlichen aus zwei Convexlinsen, von denen die grössere, dem Object zugekehrte, Objectiv, die kleinere, dem Auge zugewandte, Ocular genannt wird. Von der Vollkommenheit des Objectives hängt die Güte des Fernrohrs ab. Die Geschichte des Fernrohrs geht daher mit der Verbesserung der Objectivlinse Hand in Hand. Zugleich bietet die Darstellung der geschichtlichen Entwicklung des Instrumentes das beste Mittel, die Theorie desselben zum Verständniss zu bringen und die Aufgaben zu entwickeln, die Technik und Wissenschaft zur Verbesserung des Fernrohres in Zukunft zu lösen haben.

Das erste Fernrohr ist ungefähr im Jahre 1608 construirt worden. Genaue Zeit und der Ort der Entdeckung, sowie der Name des Erfinders ist nicht mehr angebar und war auch schon bald nach jener Zeit nicht mehr bekannt. Als Resultat verschiedener Untersuchungen mag allein das Jahr 1607—1608 und der Ort Holland sicher stehen. Die ersten Fernrohre waren sehr einfach construirt und das Objectiv bestand aus einer ziemlich unvollkommenen, einfachen, planconvexen oder biconvexen Linse. Uns ist ein solches Objectiv, welches sich der Astronom Huygens selbst angefertigt hat und mit dem er den hellsten Saturnsmond entdeckte, erhalten. Es befindet sich im physikalischen Cabinet zu Utrecht, hat ca. 2 Zoll im Durchmesser und besteht aus einem

bläulichen Stück Spiegelglas, welches planconvex geschliffen ist. Die Brennweite beträgt 3 Meter.

Wir wollen nun betrachten, welche Qualitäten das Bild, das ein solches Fernrohr lieferte, besass. Wenn das Licht von einem dünneren Medium in ein dichteres eindringt, wird es bekanntlich gebrochen, und zwar ist die Brechung einerseits von der Natur des Mediums, andererseits von der Wellenlänge des Lichtes abhängig. Die kurzen Wellenlängen werden stärker abgelenkt; daher wird weisses Licht — welches ja alle Wellenlängen enthält — in seine verschiedenen Farben zerlegt. Wenn wir also ein paralleles Strahlenbündel, welches aus Licht von langen und kurzen Wellenlängen bestehen mag (roth und violett), durch eine Linse gehen lassen, so findet eine Ablenkung im Sinne der Abb. 67 statt. Die violetten Strahlen, als die stärker brech-

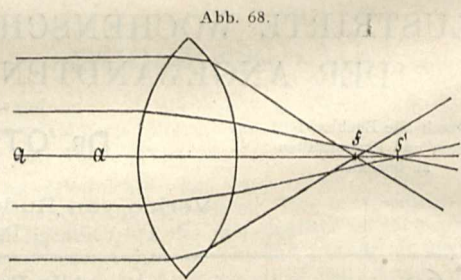


baren, sammeln sich im Punkte f , die rothen im Punkte f' ; wenn wir also mit dem Ocular, welches nichts weiter als eine gewöhnliche Lupe ist, auf die Ebene qq' einstellen, sehen wir einen in der Richtung af gelegenen, entfernten, leuchtenden Punkt, welcher uns rothe und violette Strahlen zusendet, als eine violette Scheibe mit einem leuchtenden rothen Punkt in der Mitte. In keinem Punkte der Linien f' , f , a werden also alle Strahlen, die die Linse treffen, wieder vereinigt. Denken wir uns den leuchtenden Punkt weisse Strahlen aussendend, so wird sein Bild ebenfalls kein Punkt sein, sondern ein in den Regenbogenfarben symmetrisch gefärbtes Scheibchen. Ebenso werden die Conturen ferner Gegenstände von Regenbogenfarben umsäumt sein.

Dient also eine solche einfache Linse als Fernrohrobjectiv, so haben die irdischen und himmlischen Objecte keine scharfen Conturen, sondern die einzelnen Punkte überlagern sich mit ihren Farbensäumen gegenseitig; lichtschwache Gegenstände, kleine Sterne beispielsweise, können nicht gesehen werden, weil ihr Licht nicht punktförmig gesammelt, sondern über eine verhältnissmässig grosse und daher sehr schwach beleuchtete Scheibe verzettelt wird. Die hier besprochene Erscheinung ist unter dem Namen der chromatischen Aberration der Linsen bekannt.

Das einfache Objectiv hat aber noch eine andere Eigenschaft, welche die Schärfe der Bilder

wesentlich beeinträchtigt. Wenn man rechnerisch den Gang der Strahlen durch eine Kugelfläche verfolgt, so findet man, dass dieselben — selbst wenn alle von gleicher Wellenlänge sind — nicht in einem Punkte der Achse der Linse gesammelt werden, sondern dass z. B. bei einer biconvexen Linse die der Achse benachbarten Strahlen sich später schneiden, als die von der Achse entfernten. Die Lichtstrahlen passiren die Linse im Sinne der Abb. 68. Hierdurch kommt wieder eine Mangelhaftigkeit der Abbildung zu Stande, welche man sphärische Aberration nennt und welche die Bildschärfe in womöglich noch höherem Grade beeinflusst, als die chromatische Aberration. Corrigirt kann diese Aberration durch verschiedene Mittel werden; sie ist z. B. schon bei der planconvexen Linse geringer, als bei der biconvexen, wie Huygens, wahrscheinlich zufällig, entdeckt



hatte. Gegen die chromatische Aberration hatte die damalige Zeit dagegen kein Mittel; es blieb nur die Möglichkeit, sie dadurch einzuschränken, dass man die Durchmesser der Linsen gegen ihre Brennweite sehr klein nahm. Dieses Princip kam in ausgedehntestem Maasse zur Anwendung. Der berühmte französische Astronom Cassini benutzte auf der Sternwarte in Paris ein Fernrohr von 100 Fuss Focallänge, dessen Hersteller der Optiker Campani war. Natürlich konnte man nicht daran denken, solche Riesengläser in Rohre zu fassen; die Einrichtung war vielmehr so, dass sich das Objectiv, durch Schnüre beweglich, auf einem hölzernen Thurm angebracht befand, während der Beobachter das Ocular in der Hand hielt. Von der Schwierigkeit der Beobachtung mit einer solchen Maschine können wir uns heute kaum noch eine Vorstellung machen. Man muss daher das Talent Cassini's bewundern, dem es gelang, mit diesem Instrument die Theilungslinie des Saturnringes (Cassinische Spalte), sowie ausser dem Huygens'schen Saturnmonde noch zwei fernere zu entdecken, sogar deren Umlaufzeit sehr genau zu bestimmen. (1684).

Durch Cassini's Leistungen schien für die damalige Zeit das für das Fernrohr überhaupt Erreichbare bereits erreicht zu sein. Eine Vervollkommnung, welche nur auf quantitativem Wege erzielt werden konnte, war bei der Riesenhaftigkeit der von dem Pariser Astronomen an-

gewandten Instrumente, deren ungeheure Dimensionen selbst von den modernen grössten Teleskopen nicht erreicht werden, nicht zu erwarten. Eine theoretische Verbesserung, die die Qualität des Fernrohres sofort enorm hob, wurde erst um die Mitte des folgenden Jahrhunderts angebahnt und gegen das Jahr 1765 praktisch ausgeführt. Es gelang in diesem Jahre dem bekannten Optiker John Dollond, das erste achromatische Fernrohr herzustellen.

Wir wollen uns nun mit der Theorie dieser wichtigen Entdeckung näher beschäftigen, ohne weiter ihrer Geschichte, welche durch die Namen Newton, Euler, Klingenstjerna gekennzeichnet wird, zu folgen.

Die Möglichkeit, achromatische Linsen herzustellen, beruht auf dem Umstande, dass chemisch verschiedene Glasflüsse auch optisch verschieden sind. Das sogenannte Crownglas (Spiegel-Tafelglas) hat eine verhältnissmässig geringe lichtbrechende Kraft, und auch seine Farbenzerstreuung ist absolut genommen gering; das Flintglas (bleihaltig) zeigt starke Lichtbrechung und eine absolut genommen hohe Farbenzerstreuung. Denkt man sich nun die Glasarten nach ihrem Lichtbrechungsvermögen steigend geordnet, so nimmt auch die Farbenzerstreuung (bei allen älteren Gläsern wenigstens) zu, doch ist diese Zunahme nicht proportional der Zunahme des Brechungsvermögens. Das optisch dichtere Glas hat eine relativ viel höhere farbenzerstreuende Kraft. Hierauf beruht nun die Theorie der Achromasie. Denkt man sich nämlich eine Linse von Crownglas von gewisser Brennweite gegeben, so liegt ihr Brennpunkt für die rothen Strahlen um eine gewisse Grösse hinter dem für die blauen. Setzt man jedoch hinter diese Linse eine Concavlinse von Flintglas, deren Brennweite sich zu der der Crownlinse in einem bestimmten Verhältniss befindet, so wird die Gesamtbrennweite des Systems verlängert; die Brennweite der blauen Strahlen wird aber verhältnissmässig mehr verlängert, als die der rothen. Wählt man das Brennweitenverhältniss passend, so wird man eine Linsencombination gewinnen, bei welcher rothe und blaue Strahlen zusammenfallende Foci haben. *)

Diese theoretische Erwägung lag übrigens Dollond fern. Er war reiner Empiriker, der seinen glücklichen Griff, eine convexe Crownglaslinse mit einer concaven Flintglaslinse zu verbinden, wirklich dem Zufall verdankte, durch

*) Ist N der Brechungsexponent des Flintglases, ΔN seine Zerstreungskonstante und sind die gleichen Grössen beim Crownglas n und Δn , der Focus des Crownglases f , so gilt für die Brennweite des Flintglases für den Fall des Achromatismus:

$$\frac{1}{f'} = \frac{N-1}{n-1} \cdot \frac{\Delta n}{\Delta N} \left(-\frac{1}{f} \right) + \varphi(n, N, \Delta n, \Delta N \dots)$$

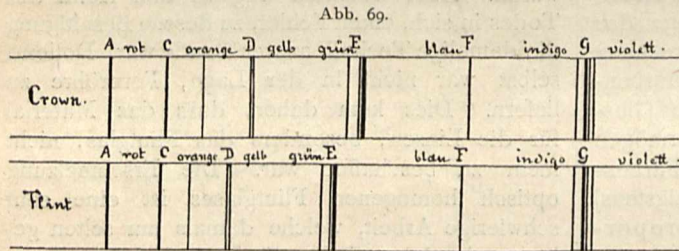
dessen Hülfe die Kinder Lippershey's das Fernrohr selbst, der Sage nach, erfunden haben sollen. Gleichviel, die Welt dankt ihm die praktische Erfindung der Achromasie, welche für die Bedeutung des Fernrohres epochemachend war. Denn nicht genug, dass die neuen Gläser die Farbensäume um die Objecte nicht mehr zeigten, sondern sie verminderten auch die sphärische Aberration beträchtlich, so dass das Verhältniss von Linsenöffnung zu Brennweite, welches vor Dollond's Erfindung ein enormes gewesen war, zu einer Grösse herabsank, die auch heute der Ordnung nach nicht mehr hat verringert werden können.

Das Dollond'sche Fernrohr, das trotz seiner handlichen Form die Riesenfernrohre Cassini's weit in Schatten stellte, eroberte sich in Kurzem die Welt und trat in erfolgreiche Concurrenz mit den Spiegelteleskopen, mit welchen damals hauptsächlich die Sternwarten Europas ausgestattet waren. Aber trotzdem trug es den Keim des Todes in sich, einen Fehler, zu dessen Beseitigung die damalige Technik ausser Stande war. Dollond selbst war nicht in der Lage, Fernrohre zu liefern. Dies kam daher, dass das Material für die Linsen, besonders das Flintglas, nicht mehr zu beschaffen war. Die Erschmelzung optisch homogenen Flintglases ist eine sehr schwierige Arbeit, welche damals nur selten gelang; als daher Dollond's Vorrath, den er zufällig erhalten, zu Ende ging, ging auch seine Kunst zu Ende. Daher kam es, dass man sich mit aller Energie der neuen optischen Aufgabe zuwandte. Aber vergebens; erst Fraunhofer, dem grössten Optiker aller Zeiten, gelang es, wirklich zuverlässige Methoden zur Erschmelzung des Flintglases praktisch auszuarbeiten. Es war im Jahre 1807, dass er in die berühmte optische Anstalt von Utzschneider in München eintrat, deren Leiter er bald wurde. In diesem Institut war damals ein gewisser Guinant mit Experimenten über die Herstellung von Flintglas beschäftigt; in den Händen Fraunhofer's wurden diese Versuche von Erfolg gekrönt; Guinant ging mit dem Fraunhofer'schen Verfahren nach Paris, woselbst dann später ebenfalls eine bedeutende Glasschmelzerei in's Leben trat.

Aber nicht die Erschmelzung des Glases allein war es, welche die Münchener Anstalt zu den glänzendsten Erfolgen verhalf, das Genie Fraunhofer's bethätigte sich vor Allem in der Erfindung höchst scharfer Methoden zur Messung der optischen Constanten der Gläser, wodurch allein die Herstellung ausgezeichneter Fernrohre ermöglicht wird. Wie weit Fraunhofer in die Theorie der abweichungsfreien Linse eingedrungen ist, kann man heute nicht mehr genau angeben; sicher ist, dass er die sphärische Aberration nur durch geregelte Probeschleife zu beseitigen verstand. Wie weit er es aber durch

dies wissenschaftlich betriebene Probiren brachte, beweisen die Leistungen seiner Fernrohre, die in gewisser Richtung qualitativ noch nicht übertroffen sind. Unter seine bedeutendsten Arbeiten ist der g-zöllige Refractor in Dorpat zu nennen, der selbst die Riesenspiegel Herschel's weit übertraf und mit Hülfe dessen durch Struve, man kann sagen, eine neue Aera der Astronomie des Fixsternhimmels anbrach,

Der Fortschritt seit der Zeit Fraunhofer's bis in die Mitte der achtziger Jahre lässt sich kurz behandeln. Die Theorie setzte an Stelle des Fraunhofer'schen Probirens ein ziemlich vollkommenes Lehrgebäude, mathematische Entwicklungen, mit deren Hülfe man aus den bekannten Constanten eines Glaspaares die besten Radien etc. eines dioptrischen Systems ermitteln kann; die Technik bemeisterte immer mehr die Schwierigkeiten in der Herstellung der Gläser, so dass man in den letzten Jahrzehnten weit



über die Fraunhofer'schen Dimensionen hinausging und Fernrohre erbauen konnte, welche an abenteuerlichen Dimensionen die Rohre Cassini's in der Länge fast erreichten, während man die Oeffnung bis auf 36 Zoll trieb. Besonders die Engländer und Amerikaner gefallen sich in riesenmässigen Dimensionen, ohne dass man bis jetzt sichere Beweise dafür hätte, dass diese Riesen unter den Teleskopen ihren kleineren Geschwistern wesentlich überlegen sind.

Was aber ist der Grund dieser enormen Steigerung der Fernrohrdimensionen? Es ist derselbe, welcher zu Cassini's Zeiten thätig war: der Mangel an einem wirklichen, theoretisch wichtigen Fortschritt. Als Dollond's neue Erfindung praktisch verwendbar wurde, verschwanden auf einen Schlag die Riesen, besiegt von den Zwergen, die ihrem riesigen Körpermaass gewissermaassen durch geistige Potenz überlegen waren.

Vor einem solchen Umschwung, welcher vielleicht dem Riesenfernrohr des Mount Hamilton den Hals bricht, stehen wir auch heute. Die neue Zeit, eine neue Epoche der dioptrischen Kunst ist bereits eingeleitet. — Dies wollen wir zum Schluss noch näher beleuchten.

Dem bisher gebräuchlichen Fernrohr haftete ein Fehler an, der bis vor wenigen Jahren für so intransigent gehalten wurde, dass man sich in ihm wie in ein unvermeidliches Uebel ge-

funden hatte: die sogenannten secundären Abweichungen. Dieselben zeigen sich als schmale farbige Säume, welche Reste der chromatischen Aberration darstellen. Um das Zustandekommen dieser secundären Farbensäume zu erklären, betrachten wir einmal zwei Spectra gleicher Länge, wie sie von 2 Prismen aus Crown- und Flintglas entworfen werden. (Abb. 69.) Man sieht sofort, dass beide Spectra trotz gleicher Länge nicht identisch sind, da in dem vom Crownprisma entworfenen Farbenbände das Roth dem Blau und Violett gegenüber verlängert erscheint, während bei dem Flintglasprisma das Umgekehrte statt hat. Mit anderen Worten, die Dispersionen verlaufen einander (und zugleich den Wellenlängen des Lichtes) nicht proportional. Stellt man daher aus diesen beiden Linsen ein achromatisches Objectiv her, indem man die Brennpunkte für die blauen und gelben Strahlen z. B. vereinigt, so fallen die Brennpunkte der äussersten rothen, der grünen und violetten Strahlen nicht genau mit dem Hauptbrennpunkte zusammen. Das Resultat sind schmale Farbensäume um die entworfenen Bilder.

Wie man leicht einsieht, kann man durch passende Auswahl der zwei zum Zusammenfall zu bringenden Farben die secundären Farbensäume zwar dadurch unscheinbar machen, dass man sie aus den optisch am wenigsten hellen Farben (ultrarothe, violette) bestehen lässt, aber ganz wegschaffen kann man sie nicht. Wer daher zum ersten Mal einen Blick durch ein grösseres astronomisches Fernrohr wirft, sieht sogleich eine bläulich-violette oder purpurfarbene Hülle, mit der alle Bilder, z. B. die von Fixsternen, umgeben sind.

Diese Disproportionalität der Farbenzerstreuung zwischen verschiedenen Glaspaares ist nun in gewissen Grenzen variabel, aber gerade diejenigen Paare, welche sich vorzugsweise zur Herstellung von Fernrohrobjectiven eignen, zeigen sie in besonders störender Weise, weil sie — aus anderen Gründen — ziemlich verschieden in chemischer und optischer Beziehung sein müssen. Die Versuche, Gläser zu erschmelzen, welche bei genügender optischer Verschiedenheit proportionale Dispersionen gewähren, sind daher schon in verhältnissmässig früher Zeit begonnen worden. Fraunhofer wandte sich der Aufgabe mit Eifer zu, erschmolz auch Gläser, welche das secundäre Spectrum wesentlich verringerten, aber es müssen wohl diese Glasflüsse sich nicht als haltbar erwiesen haben, denn praktisch angewendet hat er sie nicht. Seit dem Jahre 1834 beschäftigte sich mit ähnlichen Versuchen ein englischer Geistlicher, Harcourt, ohne viel zu erreichen, jedenfalls ohne praktische Erfolge.

Sein Flintglas, „Terborat“ genannt, beweist jedoch, dass er sich auf dem richtigen Wege befunden.

Wirklich praktisch wurde jedoch vor nunmehr zehn Jahren die Sache in Deutschland angegriffen. Durch Zusammenwirken eines berühmten Optikers, Prof. Abbe, mit dem Chemiker Dr. O. Schott entstand unter Subvention des preussischen Staates ein Unternehmen in Jena, durch welches der Optik neue Bahnen eröffnet wurden. Es gelang nicht nur, Glaspaaire mit nahezu proportionaler Dispersion herzustellen, sondern auch eine ganze Zahl neuer Substanzen in die Glasflüsse einzuführen, durch welche die Verhältnisse zwischen Brechungs- und Zerstreuungsmodul in für die praktische Optik vorteilhafter Weise variiert wurden. Auf die Wichtigkeit dieses letzteren Umstandes einzugehen, müssen wir uns hier versagen, da theoretische Erörterungen nicht am Platze sind; in die Augen springend aber ist der Vortheil der Beseitigung des secundären Spectrums.

Schon sind erfolgreiche Versuche gemacht, die neuen Gläser auch für Fernrohre anzuwenden, Versuche, welche hinreichend beweisen, dass sich ein grossartiger Umschwung vorbereitet. Es ist nur eine Frage der Zeit, die neuen Gläser mit proportionaler Dispersion auch in ihren sonstigen optischen Constanten so zu gestalten, dass man sie vorteilhaft paarweise zu Fernrohrobjectiven vereinigen kann, welche alle Gläser des älteren Typus in den Schatten stellen werden.

[743]

Die Stein-Seeigel und ihre Wohnungen.

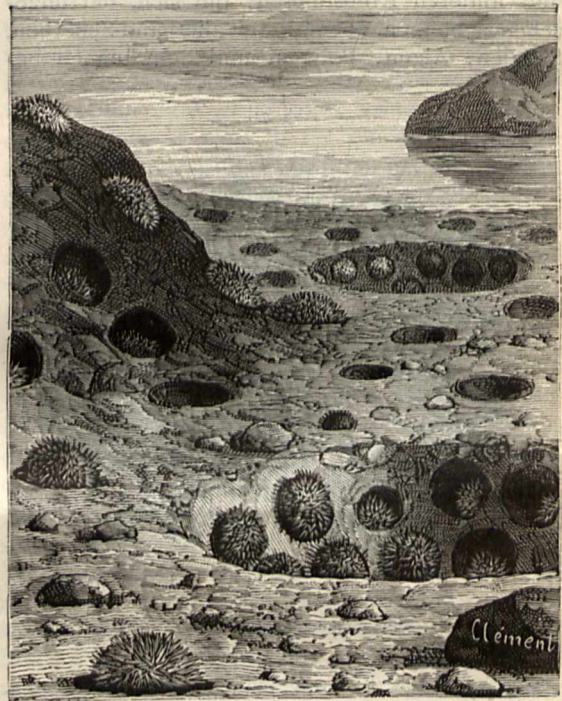
Von Carus Sterne.

Mit fünf Abbildungen.

An den felsigen Küsten des Atlantischen Oceans wie des Mittelmeeres beobachtet man an vielen Oertlichkeiten, wenn die Ebbe den Strand blosslegt und die Felsbänke aus dem Wasser treten, oder in den flacher gewordenen Wasserstreifen des Ufers einen Gürtel auffälliger Ansiedelungen. An den abschüssigen Stellen wie auf dem flachen Felsengrunde erblickt man Höhlungen, aus denen das stachlige Kleid von Seeigeln trotzig hervorblickt. Sie wohnen entweder allein in kleinen Löchern, oder zu ganzen Gesellschaften in runden Schächten, und immer zeigt die kreisrunde Form und das wohlgeglättete Aeussere dieser Wohnungen schon auf den ersten Blick, dass es sich nicht um bloss natürliche Höhlungen des Gesteins, sondern um künstlich ausgearbeitete Wohnungen handelt. Die Gesellschaftshäuser erinnern einigermaassen an die Kolumbarien, in denen die Alten die Asche ihrer Todten beisetzen,

oder noch mehr, da die Kolumbarien meist oberirdische Bauten waren, an die Schachtgräber der alten Peruaner. Aber hier handelt es sich nicht um von Ueberlebenden gegrabene Wohnungen für Todte, sondern um selbst ausgeheilte Felswohnungen für Lebende, und solche Gesellschaftshäuser finden sich besonders schön ausgebildet am Strande bei Croisic (untere Loire), aber auch an vielen anderen Orten der West- und Nordküste Frankreichs, der Südküste Englands, der dalmatischen Küste bei Lesina und anderen Orten.*)

Abb. 70.



Felsenküste mit Seeigelnestern zur Ebbezeit.

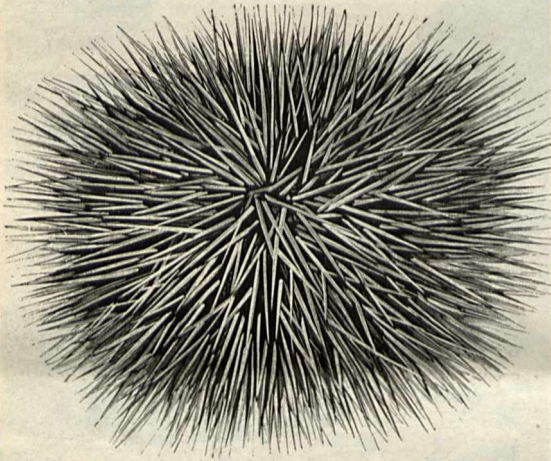
Es giebt verschiedene Arten von Seeigeln, die sich solche Höhlen und Nester im Felsengestein aushöhlen; die verbreitetste und bekannteste Art ist aber *Echinus saxatilis* Tiedem. (*Strongylocentrotus lividus* Brandt), ein über und über dunkelviolet oder olivengrün gefärbtes Thier, von der Grösse einer Kinderfaust. Das ist ein in seinen Gewohnheiten sehr drolliger Bursche, der es sowohl in seinem Neste, als auch wenn er dasselbe verlassen hat, liebt, sich den Rücken mit Muschelfragmenten, Steinen u. s. w. zu bedecken, die er mit seinen Saugfüsschen festhält und dann regungslos unter dieser Rückendeckung auf Beute lauert. Die Alten hatten dieses sonderbare Gebahren schon beobachtet, aber da sie nicht wussten, was das-

*) Ganz besonders schön und zahlreich habe ich dieselben auf den Iles Sanguinaires bei Corsica beobachtet.
Der Herausgeber.

selbe bedeuten sollte, so machten sie ein schnuriges Märchen daraus, und Plinius erzählt in seiner Naturgeschichte (IX, 31, 51), dass die Seeigel Stürme im Voraus verkünden, indem sie „bevor dieselben losbrechen, Steinchen ergreifen, um durch diese Last so schwer zu werden, dass sie von den Wogen nicht fortgerollt oder beschädigt werden können. Sobald die Schiffer sehen, dass die Seeigel Ballast einnehmen, werfen sie augenblicklich alle Anker aus“.

Die Sache verhält sich natürlich anders, und wir haben es darin mit derselben Schutzgewohnheit zu thun, wie bei vielen Krabben und anderen Krebs thieren, die sich, um ungelesen zu bleiben, ebenfalls mit allerhand Scherben, Schalen, Algen, Polypen und Schwämmen be-

Abb. 71.



Steinseeigel. Natürliche Grösse.

decken, wobei sie zum Theil auch solche Dachbewohner auszuwählen wissen, die schon durch ihre Nesselorgane oder sonstige üble Eigenschaften die Gegner fernhalten, wie die Bernhardinerkrebse, die ihr Schneckenhaus mit Seerosen bepflanzen, und die Wollkrabben, die ihren Rücken mit einem missliebigen orangeröthen Schwamm bedecken, den man schon von weitem sehen kann. Dohrn in Neapel beobachtete eine verwandte Art unseres Stein-Seeigels, der dieselbe Gewohnheit zeigt, den im Mittelmeer ebenfalls sehr häufigen kurzstacheligen Seeigel (*Toxopneustes brevispinosus*), und sah, wie ein solches kaum 6 cm im Durchmesser zeigendes Thier 26 Muschelschalen von je 3 cm Länge und 1,5 cm Breite auf seinen Rücken lud und nun wie ein unschuldiges Häufchen Muscheln daherschob, während von dem Thiere selbst nichts zu sehen war. Der Kleine hat diese Verkleidung nöthig, denn er ist unter seinen Landsleuten als ein gefährlicher Räuber, dem man gern aus dem Wege geht, berüchtigt. Dohrn fand, dass er

besonders gern Heuschreckenkrebs (*Squilla mantis*) angriff und auffrass, obwohl dieselben ihm gegenüber Goliathe von 12—16 cm Länge sind. Wenn der Krebs dem höchst unverdächtig aussehenden Muschelhäufchen, unter dem der Seeigel lauert, zu nahe gekommen ist, sieht er sich plötzlich (wie Dohrn beobachtete) durch einige ausgestreckte Saugfüßchen desselben festgehalten. Es sind dies dünne, häutige, über den ganzen Körper verstreute und durch Wasser anschwellbare Säckchen, die bis über die Stachelspitzen hinaus ausgedehnt werden, und dadurch, dass sie sich an der Spitze einstülpen, durch Luftverdünnung an jedem dichten Körper ansaugen. Mit ihnen, die sich abwechselnd ansaugen und loslassen, bewirken die Seeigel auch ihre Fortbewegung, wobei die Stacheln als Stelzen dienen, sowie ihre Anklammerung bei den nachher zu erwähnenden mechanischen Arbeiten. Aber sprechen wir zuerst von ihrer Ernährung und ihrem Beutemachen. Der arme Heuschreckenkrebs fühlt den unsichtbaren Angreifer und versucht zu entinnen, aber dieser schleudert mehr und mehr Saugfüßchen auf seinen Rücken, seine Antennen und seinen Schwanz, und bald sieht sich das arme Opfer mit hundert elastischen Banden, gegen die seine heftigsten Bewegungen machtlos sind, unentrinnbar gefesselt. Nun wirft der Räuber seine Maske ab, und schiebt durch abwechselndes Loslassen und Festheften anderer Saugfüße das Thier zu seiner Mundöffnung, die auf der Mitte der Unterseite des Körpers liegt; gewöhnlich finden sich bald Genossen zum Mahle ein.

Bei unserm in Rede stehenden Stein-Seeigel beobachtete Oskar Schmidt, dass er ebenfalls stets ängstlich bemüht ist, sich den Rücken bedeckt zu halten. Er hatte einem solchen in ein Becken mit Seewasser gesetzten Thiere seine Muschelschale vom Rücken heruntergenommen, und sah nun, wie er höchst unbehaglich umhersuchte, und sich den Rücken einstweilen mit Fetzen von Ulven und anderen Tangarten bedeckte, die im Wasser schwammen. Als ihm aber Prof. Schmidt die Muschelschale, die er vorher als besonders werthvolles Deckschild auf dem Rücken getragen, wieder in den Weg legte, setzte er sogleich die Scheiben einiger Saugfüßchen an, und stellte die Schale nach einigen vergeblichen Versuchen, da ihm die Stacheln dabei hinderlich waren, auf die Kante. Sobald ihm dies gelungen war, benutzte er die Stacheln mit grossem Geschick und hob mit ihnen, während er mit den sich ablösenden Saugfüßchen nachzog, seinen Schild in wenigen Minuten wieder auf den Rücken. Uebrigens bedecken sich, wie Oskar Schmidt von den Fischern erfuhr und sich in der Folge selbst überzeugte, bei dieser Art nur die Weibchen den Rücken.

Es ist überhaupt höchst wunderbar, wie diese

Thiere ihre so sehr ungleichen Organe, die weichen Füsschen und die harten Stacheln zusammen arbeiten lassen, um ihren immer hungrigen Magen zu füllen. Hugo Eisig experimentirte vor einigen Jahren ebenfalls mit unserm Stein-Seeigel und liess auf ein solches, an der senkrechten Scheibe eines Aquarium-Beckens der Zoologischen Station in Neapel festgesaugtes Thier von oben einen Wurm fallen, um zu sehen, ob und wie es sich in dieser unbequemen Lage dieses Bissens bemächtigen würde. Kaum aber hatte der Wurm den Seeigelkörper berührt, so bewegten sich mehrere seiner Stacheln so gegeneinander, dass sie mit den Spitzen die Beute festhielten. Bald darauf begann ein Spiel aller derjenigen Stacheln, die ihre Lage in dem Meridiane hatten, welcher von der den Wurm festhaltenden Stachelgruppe gegen die der Mundöffnung näher gelegene hinneigte, dieser letzteren, ihr halbwegs entgegengerichteten Gruppe den Wurm zur Weiterbeförderung übergab, und so fort, bis schliesslich die Beute von dem inzwischen geöffneten Munde in Empfang genommen wurde.

Wie die Stein-Seeigel es fertig bringen, sich tiefe Löcher in das harte Ufergestein zu höhnen, ist ein noch immer nicht völlig klargestelltes Räthsel. Zwar hat noch vor kurzem ein junger Naturforscher Georg John diese Frage zum Gegenstande einer besonderen Untersuchung für seine Doctorschrift, die im *Archiv für Naturgeschichte* (55. Jahrg. Sept. 1889) erschienen ist, gemacht, allein man kann nicht behaupten, dass es ihm gelungen wäre, den Gegenstand nach allen Seiten völlig klar zu stellen. Er kommt vielmehr zu demselben Wahrscheinlichkeitsschlusse, wie schon vor ihm verschiedene andere Naturforscher, z. B. Caillaud, der Conservator des Museums von Nantes, der ebenfalls vor vielen Jahren eine Arbeit über das Bohren der Seeigel veröffentlichte: dass nämlich die Aushöhlung durch rein mechanische Arbeit bewirkt wird, und dass dabei in erster Reihe die scharfen Zähne des Thieres, in zweiter vielleicht die Stacheln theilhaftig sind.

John's Hauptverdienst besteht darin, dass er einige andere Erklärungsversuche widerlegt hat. Man hatte von gewissen chemischen Hilfsmitteln bei dieser Bohrarbeit gesprochen. Die Flechten, die sich auf den Steinen ansiedeln, fressen dieselben mittelst einer sauren Ausscheidung ihrer Haftorgane an, und bilden in unserm feuchten Klima sogar auf dem Körper unserer Marmorstatuen allmählig eine Schicht von oxalsaurem Kalk, die ein Chemiker für ein besonderes Mineral gehalten und Thierschit genannt hat. In ähnlicher Weise sollten nach der Meinung einiger Beobachter die Kalkalgen der See die Felsoberfläche mürbe machen, damit sich die Seeigel leicht einbohren können. Aber die Seeigel leicht einbohren können. Aber die Kalkalgen machen, wie John fand, den Felsen,

den sie überziehen, durchaus nicht mürbe, sie benutzen ihn überhaupt nur als Unterlage, da sie den Kalk, mit dem sie ihren Zellenleib inkrustiren, reichlich im Seewasser vorfinden und daraus entnehmen.

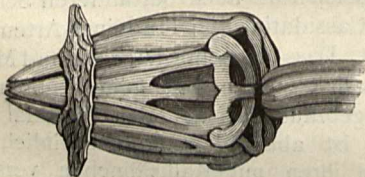
Eine andere Erklärung hatte mit sauren Ausscheidungen der Seeigel gerechnet, und dieser Versuch, sich und den Seeigeln die Arbeit zu erleichtern, war von den Bohrschnecken und von den Bohrmuscheln hergeliehen, die sich nach der Behauptung von Aucapitaine (1854) ihre Bohrarbeit im Gestein durch einen sauren Speichel erleichtern sollten. Es ist nun allerdings wahr, dass einige Mollusken einen sehr sauren Speichelsaft abgeben, aber es sind dies meist Schnecken, die man niemals bei irgend einer Bohrarbeit angetroffen hat, namentlich die grosse Fassungsschnecke (*Dolium galea*), bei welcher ihn Prof. Troschel 1854 zuerst entdeckte. Als er nämlich bei einem Aufenthalte in Messina ein solches Thier präpariren wollte, spritzte es mehrere Fuss weit einen Flüssigkeitsstrahl hervor, der auf dem Kalkstein-Fussboden des Raumes, in welchem die Arbeit vorgenommen wurde, ein starkes Aufbrausen hervorrief und sich als äusserst sauer erwies. Troschel sammelte dieses Speicheldrüsen-Secret von mehreren Thieren — wobei eine Schnecke allein mehrere Loth ergab — und händigte es Prof. Bödecker in Bonn zur chemischen Untersuchung ein, der darin 2,2% wasserfreier ungebundener Schwefelsäure und ausserdem 0,4% freie Salzsäure fand. Diese in einem besondern Behälter angesammelte stark saure Flüssigkeit dient nicht etwa als Verdauungssaft, denn der Magen enthielt unzersetzten kohlen-sauren Kalk, sondern wahrscheinlich als Vertheidigungsmittel, was aber Prof. Panceri in Neapel, der einen ähnlich sauren Speichelsaft auch bei anderen Schnecken (Cassis-, Cassidaria- und Tritonium-Arten) antraf, bezweifelt. Dass die Bohrschnecken und Muscheln einen ähnlich sauren Saft beim Anbohren von Steinen gebrauchen, um das Material zu erweichen, ist aber nicht wahrscheinlich, denn er würde ihren mit Kalkzähnen versehenen Zungen und sonstigen Feil- und Raspelwerkzeugen sehr verderblich sein; den im Schiffsholze bohrenden Muscheln (*Teredo navalis*) würde er überdem wenig nützen können. Es scheint alles geduldige Raspelarbeit zu sein.

Aehnlich liegt die Sache aber auch bei den Seeigeln, denen eine Säure doch höchstens bei der Bearbeitung von Kalk- und Kreidelfelsen erhebliche Dienste leisten könnte, während sie ebenso erfolgreich in Sandstein und Granit arbeiten. Gerade bei Croisic, wo die Stein-Seeigel zu vielen Tausenden bei einander in tiefen Löchern wohnen, handelt es sich um einen harten quarz- und feldspathreichen Granit. Wahrscheinlich benutzen die Thiere hier die

Löcher, welche durch das Auswittern der Feldspath-Krystalle entstehen, als Vorarbeit und Angriffsstelle, und nagen dann mit ihrem scharfen, fünfzähligen Gebiss die Oeffnung rund heraus, wobei sie, wie es scheint, in regelmässigen, concentrischen Kreislinien oder Spiralen vorwärts schreiten, während sie sich mit Saugfüßchen und Stacheln fest gegen die Wandung der Oeffnung anstemmen; wenigstens erkennt man auf dem Boden mancher Höhlungen solche Drehungslinien.

Das Gebiss der Seeigel ist nur bei der Abtheilung der regelmässigen oder eigentlichen Seeigel (*Regularia* oder *Echinida*) d. h. den kreisrunden Thieren, die den Mund auf der Mitte der Unterfläche und den After auf dem Rückenpol tragen, mit so scharfen Zähnen ausgerüstet, dass er so harte Arbeit verrichten kann, und thatsächlich finden sich nur unter ihnen steinaushöhlende Arten. Bei den unregelmässigen Seeigeln (*Irregularia*) ist das Gebiss viel schwächer, und bei einer Abtheilung derselben, den ei- und herzförmigen Seeigeln (Cassituliden und Spatangiden) fehlt es gänzlich. Sie können eines solchen entbehren, da sie sich in den Sand einwühlen, und von den kleinen Lebewesen desselben, den sie unaufhörlich, wie die Regenwürmer, durch ihren Körper gehen lassen, leben. Der starke Kauapparat der regelmässigen Seeigel, welcher gewöhnlich die „Laterne des Aristoteles“ genannt wird, weil er schon die Aufmerksamkeit dieses Naturforschers erregt hatte, besteht aus einem fünfseitigen, pyramidenförmigen Kalkgerüst, dessen Seiten von fünf Kiefern gebildet werden, von denen jeder an seiner Spitze einen scharfen meisselförmigen Zahn trägt (Abb. 72). Die den Gipfel

Abb. 72.



Kauapparat eines Steinseeigels.

der Pyramide bildenden, zusammengeneigten fünf Zähne schauen aus der Mundöffnung hervor, oder sind in derselben sichtbar. Jeder Kiefer besteht aus zwei symmetrischen Hälften, welche die Wände der Laterne bilden und nach hinten auseinander weichen, so dass zwei Fenster zwischen ihnen bleiben. An der Basis, da wo der Verdauungskanal sich anschliesst, endigen die Kiefer in ein System von Stäben und Bügeln, die zum Ansatz der Muskeln und Bänder dienen, um die Kauwerkzeuge zu bewegen. Die Zähne selbst bestehen aus Röhren von kohlensaurem Kalk ohne Schmelzeinlagen (nach Waldeyer),

und es ist zu bewundern, dass sie damit ein so hartes Gestein bearbeiten können; aber es besteht für sie der Vortheil, dass diese Zähne, ähnlich wie diejenigen der Nagethiere, immerfort nachwachsen, so dass sich die Werkzeuge der Abnutzung entsprechend immerfort erneuern.

Georg John glaubt, dass zur weiteren Glättung und Auspolirung der ausgenagten Oeffnung sodann die Stacheln mitwirken, und dass diese Nacharbeit in der Weise vor sich geht, dass die Saugfüße sich jedesmal fest auf der Unterlage anheften und die Stacheln über einander weggreifen, indem der Körper in eine drehende Bewegung gesetzt wird. Die Stacheln würden dabei abgenutzt, aber sie wachsen gleich den Zähnen beständig nach. Als Grund der Einbohrung nimmt er an, dass die in der nahrungsreichen Gezeiten-Zone lebenden Thiere sich dadurch Schutz vor der Brandung und dem Wellenschlage der stürmisch bewegten See schaffen. Es wurde schon erwähnt, dass sie auch in diesen Löchern ihre Anwesenheit vielfach durch vorgehaltene Muschelschalen und Scherben zu verbergen suchen. Einzelne bohren sich dabei so tief ein, dass es ihnen gehen soll, wie der dicken Frau des Thurmwächters von Waiblingen (in A. von Arnim's Kronwächtern), der man nachsagte, dass sie oben so dick geworden sei, dass sie die enge Wendeltreppe nicht mehr herunterkommen konnte, und darum den Nachfolger ihres verstorbenen Mannes heirathen musste. Allein diese Thiere besitzen, wie Preyer unlängst an den ebenso starr scheinenden Seesternen beobachtet hat, eine wunderbare Geschicklichkeit, sich nach Entleerung ihres Wasserapparates auch durch enge Oeffnungen zu drücken, und ich möchte an ihre selbstgewählte Gefangenschaft bei ihrer sonstigen Gefrässigkeit nicht glauben. Jedenfalls sind sie aber in diesen tiefen Löchern vor jedem Angriffe von aussen sicher, und kein Gegner wird im Stande sein, sie gewaltsam daraus hervorzuziehen. Denn auch diese stacheligen Bissen haben ihre Liebhaber in Fischen, die sie mit sammt ihren Stacheln hinterschlucken.

Völlig dunkel erscheint vorläufig die Entstehung der einem Gletschertopf ähnlichen gemeinsamen Wohnungen ganzer Familien. Sind dieselben durch gemeinsame, planvolle Weiterarbeit der Nachfolger an einer ursprünglich einfachen Wohnung entstanden, oder handelt es sich um die Erweiterung und Ausarbeitung einer auf andere Weise entstandenen natürlichen Aushöhlung des Bodens? Das Letztere erscheint als das Wahrscheinlichere. Denn auch die auf dem Boden der Kessel liegenden gerundeten Steine deuten darauf hin, dass es sich um Strudellöcher handelt, in denen diese Steine von der Brandung umhergewirbelt werden. Der Kessel wird dabei beständig tiefer und weiter

ausgeschliffen, während sich die Seeigel jedenfalls tief in ihre Seitenkammern zurückziehen, um nicht von den Steinen getroffen zu werden, wenn die See stürmt und selbst in diesen heimlichen Winkeln poltert. Offenbar bieten solche Kessel gewisse Vortheile, denn sie bleiben auch während der Ebbezeit mit Wasser gefüllt, und manches Seethier bleibt bei zurückweichender Fluth in denselben gefangen, oder sucht auch wohl noch nachträglich, wenn die Sonne den entblösten Strand bescheint, den verhängniss-

ist wegen seiner Schmackhaftigkeit besonders geschätzt, so dass man ihn in Neapel allen anderen vorzieht. Es ist wahrscheinlich derselbe, den schon der Feinschmecker Martial als die köstlichste Sorte vom Kap Misenum pries. In Marseille allein sollen davon 100 000 Dutzend jährlich auf den Markt gebracht werden. Uebrigens kommen sie auch gekocht auf die Tafel und sehen dann roth wie Krebse aus. Oskar Schmidt war erstaunt über die Sicherheit, mit der sein Bootsmann in Lesina den weiblichen Stein-See-

Abb. 73.

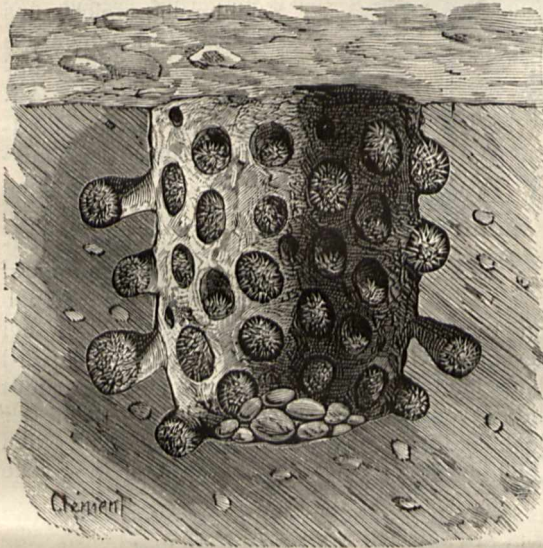
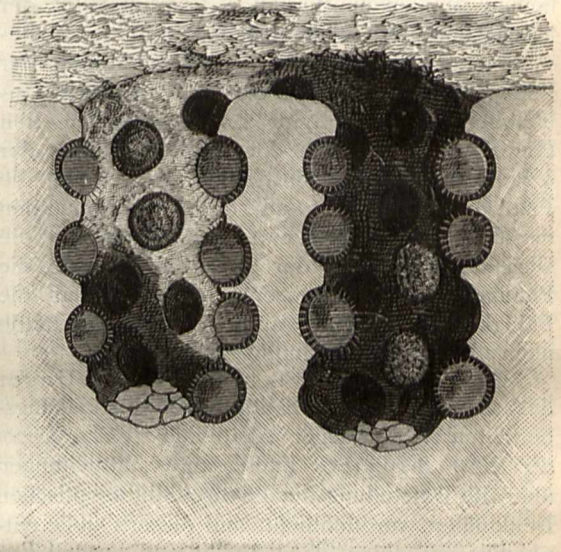


Abb. 74.



Kesselnester von Seeigeln im Querschnitt.

vollen Kessel auf, der eine Fanggrube für die glücklichen Inhaber darstellt.

Vielleicht darf man annehmen, dass die Seeigel erst bei nahender Ebbe diese Fallgruben aufsuchen, denn sie wissen so gut wie Rudolph Falb mit Ebbe und Fluth, Mondstand und Mondphasen Bescheid, und die besten Beobachter haben festgestellt, dass sie und die verwandten Arten ihre Geschlechtsproducte allemal zur Vollmondszeit, wenn es Springfluth giebt, entleeren. Vielleicht geschieht das der besseren Verbreitung der Art wegen, denn die Jungen werden dann alsbald in's Meer entführt. Doch giebt es auch lebendig gebärende Arten, und bei der Challenger-Expedition wurden einige Arten entdeckt, die ihre Jungen in einer Art Brutlaube auf dem Rücken umherführen.

Für die Küstenbewohner und Fischer hat es ein grosses Interesse, die Weibchen von den Männchen schon auf den ersten Blick zu unterscheiden. Denn nur die ersteren bieten einen saftigen Leckerbissen in ihren fünf grossen, schön gelb oder orangeroth gefärbten, traubenförmigen Eierstöcken, die roh wie die Austern verzehrt werden. Gerade unser Stein-Seeigel,

der nur unmerklich glatter und röthlicher ist, von dem männlichen schon vom Fahrzeuge aus unterschied, während es ihm selbst sehr schwer fiel, die Weibchen anders als an ihrer Maskirungssucht, die ihre Entdeckung aber wieder erschwert, zu erkennen. [814]

Die Papyrusstaude.




Von Dr. A. Hansen.

(Fortsetzung.)



Im Alterthume dürfen wir uns dagegen den Papyrus in einer ähnlichen Ueppigkeit, wie jetzt am blauen und weissen Nil, im alten Aegypten wuchernd denken. Es sind uns in einer Menge von Bildwerken die Beweise für die Verbreitung der Pflanze im Nildelta hinterlassen worden. Wie die Aegypter die wichtigsten Momente ihres Lebens auf ihren Denkmälern darstellen, ist bekannt, aber wir sind ganz besonders glücklich daran, da nicht nur kriegerische Vorgänge oder wichtige Staatsactionen und Cultushandlungen,

sondern auch Thier- und Pflanzenwelt, namentlich Culturpflanzen, in mannigfachen Bildern vorgeführt werden. Dies erscheint ganz besonders wichtig, da im Gegensatz zur ausführlichen Schilderung anderer Dinge des antiken Lebens von den Pflanzen in der Regel sehr wenig die Rede ist, so dass diese Bilder in vielen Fällen die einzigen Nachrichten über die alte Pflanzenwelt überliefern. Freilich ersetzen selbst diese unvollkommenen Bilder vielfach vollkommen eine lange Beschreibung. Eines ist mir bei der Betrachtung der ägyptischen Bilder aber immer aufgefallen. Gegenüber der, selbst in der einfachen Manier meisterhaften Charakteristik der Menschen- und Thiergestalten und ihrer Bewegungen, zeigt sich in der Nachbildung der Pflanzengestalt vielfach eine merkwürdige Unbeholfenheit. Während z. B. selbst in den Hieroglyphen die Charakteristik, besonders der Vogelfiguren, ganz vortrefflich ist, bieten die Pflanzenbilder selbst an den Wandgemälden meistens nur recht schwache Anklänge an die Wirklichkeit. Trotz der Stilisierung könnten die Pflanzenbilder viel besser sein, wenn man die Fähigkeit der Aegypter, andere Naturgegenstände nachzubilden, in Rechnung zieht.

Der hochgebildete Botaniker Franz Unger hat 1859 in einer Abhandlung in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie (*Die Pflanzen des alten Aegyptens*) interessante Mittheilungen über die Darstellung der Pflanzen auf ägyptischen Denkmälern veröffentlicht, und dieser Quelle entnehmen wir einen Theil der hierauf bezüglichen Angaben, sowie die Abbildungen*).

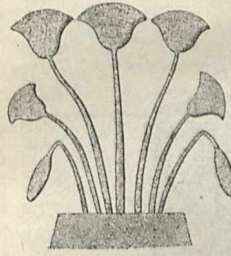
Wie bedeutungsvoll den alten Aegyptern die Papyrusstaude erschien, geht daraus sehr deutlich hervor, dass das hieroglyphische Zeichen für Unterägypten ein mit Papyrus bewachsenes Landstück war . Unger giebt dies Zeichen als dasjenige an, welches die Papyrusstaude symbolisire, dagegen das Zeichen  für die Lotosblume. Man kann hier wohl die Frage aufwerfen, ob es sich nicht um eine Verwechslung beider Zeichen handelt, was zu entscheiden den Aegyptologen überlassen bleibt. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass offenbar das Zeichen  vielmehr der Papyrusstaudenform entspricht, als

*) Auch auf ein Buch von Woenig, *Die Pflanzen im alten Aegypten*, 1886, sei verwiesen. Dem Text dieses Buches mangelt allerdings fühlbar die selbständige Bearbeitung des Stoffes, er macht mehr den Eindruck blosser Excerpte. Bezüglich des Papyrus findet man ausser den Abbildungen hier nicht viel mehr, als bei Unger und Parlatore. Die Schilderung des Papyrusvorkommens bei Syrakus ist sogar nur eine wörtliche Abschrift der beiden kurzen Absätze über Anapo und Kyane in Baedeker's *Italien* Bd. III, wobei der Verf. den Fehler begangen, diese Worte Baedeker's mit dem Citate aus Bartels' 1787—1792 publicirten Briefen über diesen Gegenstand zu verbinden, dass man sie für dessen eigene Worte oder für Woenig's eigene Erfahrungen halten muss.

das andere, und dass bei einem Vergleiche mit anderen altägyptischen Darstellungen des Papyrus auch das Zeichen  viel grössere Aehnlichkeit mit diesem hat, als , welches Unger p. 77 und 103 seiner Abhandlung als Papyrus bezeichnet.

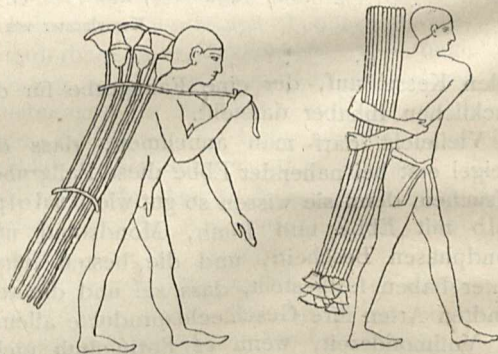
Eine solche als Ornament benutzte Darstellung des Papyrus fand sich auf den Säulenfüssen des Tempels zu Dendera und ist von Unger abgebildet worden (s. Abb. 75).

Abb. 75.

Papyrus-Ornament
(nach Unger).

Vielfach finden sich auf den Denkmälern Darstellungen von Wasserjagden in sehr lebendiger Schilderung, welche uns über das Vorkommen des Papyrus insofern aufklären, als in den Abbildungen das Jagdgebiet häufig ein Papyrusdickicht wiedergiebt. Ferner sind bildliche Ueberlieferungen der Papyrusernte vorhanden, auf denen man eine Menge von Leuten in der verschiedensten Weise bei diesem Geschäfte thätig sieht. Der Papyrus wird abgeschnitten, zu Bündeln zusammengeschnürt und davongetragen. Nebenher wird auch der Vogeljagd bei der Ernte obgelegen*). Die beiden Abbildungen 76 zeigen uns zwei Männer, welche

Abb. 76.



Papyrus-Ernte (nach Unger).

Papyrus geerntet haben, der offenbar zur Papierbereitung bestimmt ist, da die Halme vom Rhizom scharf abgeschnitten sind. Wie uns Berichte der Alten lehren, wurde nämlich auch das Rhizom eingesammelt, aber zu einem ganz andern Zweck, als die Schäfte — als Nahrungsmittel.

Von dieser Verwendung ist sogar häufiger die Rede, als von der Papierbereitung. Herodot nennt den Papyrus Byblos und erzählt (II. 92.): „Den Byblos aber, der alljährlich wächst, reissen

*) Einige solche Abbildungen sind von Woenig in seinem Buche wiedergegeben.

sie aus dem Sumpfboden aus und schneiden das Oberste ab, um es sonst zu gebrauchen; was aber unten, noch eine Elle lang, zurückbleibt, essen oder verkaufen sie. Wer sich aber den Byblos besonders gut machen will, schmort ihn in einer Bratpfanne und verzehrt ihn.“

Auch spätere Schriftsteller nennen das Papyrhizom stets als ein beim Volk beliebtes Nahrungsmittel, aber auch zu Seilen und Flechtwerk benutzte man entweder die langen Halme, oder vielleicht auch nur die abgeschälte Rinde, was nicht aus den Berichten zu ersehen ist. Herodot theilt mit, dass bei dem Brückenbau des Xerxes über den Hellespont Papyrus verwendet wurde, wenn auch diese Angabe sehr unklar ist. Er sagt: „Von Abydos aus bauten die Brücken die dazu befehligten Leute, auf der einen Seite die Phöniker aus weissem Flachs, auf der andern die Aegypter aus Byblos.“

Aus solchem Material kann man wohl kaum eine Brücke bauen, und es muss sich in der Angabe Herodot's doch wohl nur um die dazu verwendeten Seile handeln. Der Sturm zerstörte die Brücke bekanntlich. Nachdem Xerxes den Hellespont mit 300 Geißelhieben bestraft und nach seiner Meinung durch Ketten gebändigt hatte, begann der Bau von neuem: „Sie stellten Dreiruderer und Fünzfzigruderer neben einander, nach der Seite des Pontos Euxinos zu dreihundertundsechzig, nach der andern Seite dreihundertundvierzig, jene dem Pontos entgegen, diese mit dem Strom des Hellespontos, damit er die ausgespannten Seile in der Schwebel hielte. Darauf warfen sie Anker aus von gewaltiger Grösse, an der einen Brücke nach dem Pontos zu, der Winde wegen, die von innen heraus wehen, auf der andern Brücke aber gegen Abend und das Aegäische Meer zu, der Südost- und Südwestwinde wegen. Sie liessen aber eine offene Durchfahrt zwischen den Fünzfzigruderern und den Dreiruderern an drei Orten, damit einer mit kleinen Schiffen nach dem Pontos hinein und aus dem Pontos hinaus fahren konnte. Als sie diß gethan, spannten sie vom Lande aus die Seile mittelst hölzernen Winden an. Doch brachten sie nicht jedes besonders an, sondern sie banden zusammen je zwei von weissem Flachs und je vier von Byblos. An Dicke und Aussehen waren sie einander gleich, aber die von Flachs waren natürlich schwerer, eine Elle davon wog ein Pfund. Und als nun die Schiffbrücke geschlagen war, sägten sie Baumstämme durch, und machten sie eben so breit wie die Brücke, und legten sie in guter Ordnung über die ausgespannten Seile, und wie sie dieselben eins nach dem andern hingelegt, banden sie sie wieder fest. Als sie das gethan, trugen sie Balken hinauf, und als sie auch die Balken in Ordnung hingelegt, trugen sie Erde hinauf und machten ein Geländer an beiden

Seiten, damit das Zugvieh und die Pferde nicht scheuten, wenn sie das Meer sähen“ (VII. 36).

Die Schilderung dieses antiken Brückenbaues ist nicht uninteressant, und wir sehen, welche wichtige Rolle die Papyrusstaude bei diesem Werke spielte.

Man muss sich darüber wundern, dass über die Verwendung des Papyrus als Schreibmaterial so gut wie gar nicht bei den griechischen Schriftstellern die Rede ist. Auch Theophrast lässt sie ganz bei Seite und berichtet nur folgendermaassen über den Papyrus: Von Wasserpflanzen, welche in Aegypten vorkommen, giebt es eine solche Menge, dass man sie einzeln nicht aufzählen kann; indessen sind sie, im Ganzen genommen, alle essbar und haben süsse Säfte. Es scheinen aber folgende drei an Süssigkeit und Nahrhaftigkeit den Vorzug zu verdienen: der Papyrus, der sogenannte Sari und das Mnasion. Der Papyrus wächst nicht sehr tief, sondern etwa zwei Ellen, an manchen Orten noch weniger tief. Die Wurzel (d. h. der unterirdische Stamm, den Theophrast für eine Wurzel hält) ist so dick, als die Handwurzel eines starken Mannes; die Länge ist über zehn Ellen. Sie tritt selbst über die Erde hervor und schiebt seitlich dünne und gedrängte Wurzeln in den Schlamm, aufwärts aber treibt sie dreiseitige Halme, die man Papyroi nennt; diese wachsen vier Ellen hoch und haben einen unbrauchbaren, schlaffen Schopf; Früchte aber hat sie gar nicht. Die Wurzel treibt in allen Richtungen eine Menge solcher Halme. Der Wurzel bedient man sich nicht nur zum Brennen, sondern man macht allerlei Geräthe daraus, denn sie haben viel und schönes Holz. Die Halme aber sind zu sehr vielen Dingen nützlich, denn selbst Fahrzeuge verfertigt man daraus; aus dem Baste flicht man Segel und Matten, eigene Gewänder, Teppiche und Seile und viele andere Dinge. Den Ausländern ist besonders das Papier bekannt. Doch ist vorzüglich der bedeutendste Nutzen in der Nahrung zu suchen, die man aus der Staude zieht. Denn es kauen alle Einwohner den Papyrus roh, gekocht oder geröstet. Den Saft verschlucken sie, das Gekaute werfen sie fort. So ist der Papyrus beschaffen und solchen Nutzen hat er. Er wächst aber auch in Syrien an einem See (Genezareth), worin auch das wohlriechende Schilf steht, daher nahm Antigonus die Seile zu den Schiffen.

Diese vor mehr als 2000 Jahren niedergeschriebenen Berichte zu lesen, gewährt besonders wegen ihrer sachlichen Abfassung entschieden ein Vergnügen.

Wenden wir uns jedoch der Benutzung des Papyrus zur Fabrikation von Papier zu. Noch bis in die spätrömische Zeit fand die Fabrikation von Papier in Aegypten, wohl vorwiegend in Alexandria, statt, und Plinius, der bei jenem

furchtbaren Ausbruch des Vesuv im Jahre 79 seinen Tod fand, berichtet in seiner Naturgeschichte ziemlich ausführlich darüber. Seine Angaben über die Pflanze selbst sind dem Theophrast nachgeschrieben, dagegen giebt er ausführlichere technische Mittheilungen.

Ist Plinius, wie bekannt, auch ein Schriftsteller, der sich keineswegs durch grosse Kritik auszeichnet und dessen Angaben gewöhnlich aus zweiter oder dritter Hand stammen, so müssen wir doch auf ihn zurückgreifen, da er eben der Einzige ist, der über die Bedeutung des antiken Papiers etwas ausführlicher berichtet. Zu bedauern ist, dass trotz der mannichfachen Abbildungen technischer Fertigkeiten, welche uns die alten Aegypter selbst hinterlassen haben, keine Bilder über Papierbereitung von ihnen vorhanden sind. Man muss sich also an Plinius halten und kann sich die Papierfabrikation unter Zugrundelegung seiner Angaben folgendermaassen denken. Zuerst wurden die Stengel geschält und die dabei erhaltenen Streifen von Rinde wurden zu Tauwerk benutzt. Es konnte aber nur unter Wasser gehalten Dienste thun, da die Seile an der Sonne austrockneten und dann wie Stroh steif und zerbrechlich wurden. Die geschälten Halme wurden nach Plinius mit einer Nadel in dünne Längsschnitte zerlegt. Vermuthlich wird dies aber mit einem Messer oder messerähnlichen Instrument geschehen sein, da man kaum mit einer Nadel die Stengel zerschneiden kann. Man erhielt so Streifen von verschiedener Güte, denn die äusseren Schichten enthalten festere Gefässbündel, als die inneren, und ausserdem waren auch die Lamellen des oberen Stengels theils feiner, als die des unteren. Diese an Feinheit verschiedenen Streifen geben dann später verschiedene Papiersorten.

Es erfolgte nun das Zusammenleimen der Streifen zu Papierbogen. Um das zu frühe Austrocknen zu umgehen, geschah dies auf einer feuchtgehaltenen Tischplatte. Plinius sagt, dass das Zusammenleimen zum Theil nur mit Nilwasser geschah; aber das ist wohl doch nur selten geschehen, sondern man brauchte einen Kleister zur Herstellung der Bogen. „Man macht,“ sagt Plinius, „einen gewöhnlichen Kleister von feinem Mehl und heissem Wasser und ein wenig Essig. Tischlerleim und Gummi sind zu spröde. Wer sich mehr Mühe geben will, nimmt Krume von gesäuertem Brod, giesst siedendes Wasser darauf und reibt es durch ein Tuch. Dieser Kleister ist so fein, dass zwischen den Papierlagen nur sehr wenig sitzen bleibt und dass das Papier noch geschmeidiger wird, als Leinwand. Der Leim, man nehme nun welchen man will, muss nicht älter sein, als einen Tag, aber auch nicht frischer. Darauf wird das Papier mit einem Hammer dünn geschlagen, abermals mit Leim überstrichen, angezogen, dass sich die

Falten verlieren, und zuletzt noch einmal geschlagen. Von solchem Papier sind die beinahe zweihundertjährigen Handschriften eines Tibers, Cajus und der beiden Gracchen, die ich bei Pömpönius Secundus, einem berühmten Dichter und vornehmen Bürger, mit Augen gesehen habe. Die Handschriften vom Cicero, vom göttergleichen August und Virgil habe ich ebenfalls oft gesehen.“

Die Bogen Papier wurden aber aus einer doppelten Lage von Streifen zusammengesetzt. Die untere Lage wurde aus vertikal vereinigten Streifen gemacht und dann eine horizontale Streifenlage aufgeleimt, welche später die Schreibseite bildete. War das Papier nicht ganz glatt nach dem Trocknen, so wurden die Falten mit einem Thierzahn oder einer glatten Muschel weggeglättet; aber Plinius betont, das sei nicht gut, da das polirte Papier wohl glänze, aber die Tinte nicht gut annehme. Auch auf andere Fehler macht er aufmerksam. Wenn es nicht gleichförmig geleimt sei, würde das Papier spröde; besonders unangenehm aber seien ungeleimte Stellen, die natürlich die Tinte ausfliessen liessen.

Nachdem die Bogen getrocknet waren, klebte man 20 derselben aneinander, und zwar so, dass immer gröbere Bogen auf feinere folgten. So erhielt man dann ein sehr langes Stück, welches nachher aufgerollt wurde und *scapus* hiess.

Die Breite der Bogen war verschieden. Die besten Sorten waren 13, das hieratische 11 Finger breit. Das fannianische hatte 10, das amphitheatralische 9 und das emporitische nur 6 Fingerbreiten.

Nach Woenig's Angaben (l. c. p. 94) sind die Papyri der XVIII. Dynastie im Allgemeinen 34 cm breit, die der XIX. meist 23,5—29 cm und die der XX. Dynastie 39, 29, 22, 13 cm. Sie sind nicht so lang, wie die der späteren Dynastien, welche 52—55 cm Länge besitzen.

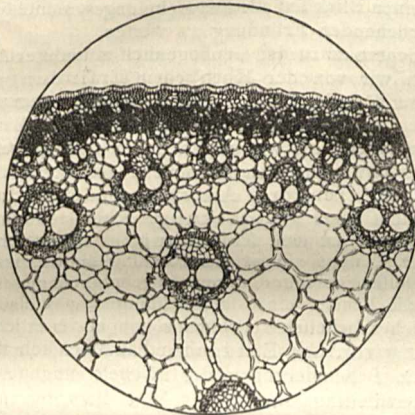
Diese alten auf uns gekommenen Papyri zeigen schon durch ihre sehr verschiedene Farbe und Textur, dass das Product ein recht verschiedenes sein konnte.

Dementsprechend nennt Plinius auch eine Menge Papiersorten, welche in Gebrauch waren. Hieratisches Papier hiess in alten Zeiten dasjenige, welches nur zu religiösen Schriften bestimmt war; in Rom kam man auf den Gedanken, das ägyptische Fabrikat nochmals zu waschen und umzuarbeiten. Dieses verbesserte hieratische Papier nannte man dann Augustpapier. Ein anderes aus Alexandrien importirtes Papier, das amphitheatralische, wurde ebenfalls verarbeitet und hiess dann nach dem Besitzer der römischen Manufactur, Fannius, fannianisches. Bei Saïs wurden grosse Mengen schlechteren Papiers fabricirt, das saïtische, und in einem in der Nähe dieser Stadt gelegenen Ort das leoni-

tische, welches nicht nach der Qualität, sondern bloß nach Gewicht verkauft wurde. Das emporsetische oder Krämerpapier, die schlechteste Sorte, diente zu Bücherumschlägen oder zum Einwickeln.

Ueber diese Papiersorten sagt Plinius, dass das Augustpapier zu dünn gewesen und leicht durchschlug, so dass man nur eine Seite eigentlich beschreiben konnte. Der Kaiser Claudius liess deshalb ein Papier herstellen, welches nicht aus lauter Streifen gleicher Feinheit, sondern aus einer Lage feineren und einer Lage gröberer Papyrus bestand. Man machte davon grosse Bogen, was nicht ohne Schwierigkeiten bei diesem Material war, da bei dem Umgehen mit diesen Bogen leicht einmal Risse entstanden. Doch

Abb. 77.



Mikroskopisches Bild eines Querschnitts durch die Randpartie des Papyrusstengels. Die Gefässbündel häufen sich am Rande an, dann folgt chlorophyllhaltiges Gewebe, endlich die dickwandige Epidermis mit darunter liegenden Sklerenchymbündeln.

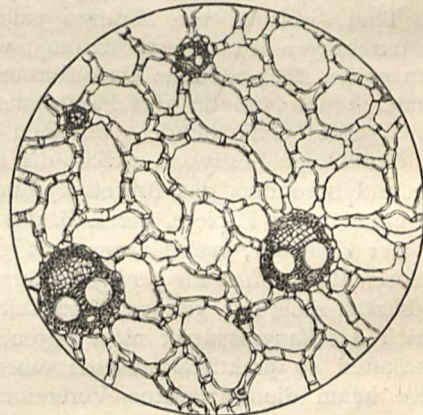
wurde dies claudische Papier besonders benutzt und das feinere Augustpapier in Rom nur zu Briefen verwendet.

Die alten Völker hatten in vielen Dingen einen merkwürdig feinen Tact, das Richtige herauszufinden, und man muss gestehen, dass sich der Papyrus gerade von den in Aegypten vorhandenen Pflanzen bei Benutzung einer so einfachen Fabrikationsmethode zur Herstellung des Papiers eignete. Der Stengel besitzt keine Knoten, es fehlen also auch in dem Stengel unregelmässig einbiegende Blattspuren. So liefert das Zerschneiden der Länge nach ausserordentlich gleichmässig gebaute Längsstreifen. Eine eigentliche Rinde besitzt der Stengel nicht, so dass fast die ganze markähnliche Stengelmasse benutzt werden konnte und man so schon dadurch ziemlich breite Streifen erlangte.

Um eine Einsicht in die Zweckmässigkeit der Wahl dieses Materials zu erhalten, lohnt es sich, einen Blick auf die Anatomie des Stengels zu werfen. Der anatomische Bau des Papyrusstengels entspricht zunächst der Möglichkeit, ein gleichmässig gebautes Material, nämlich

die auf dem Querschnitt farblose Hauptmasse des Stengels für die Papierbereitung zu gewinnen. Das schon wegen seiner grünen Farbe für diese Zwecke unbrauchbare dünne äussere

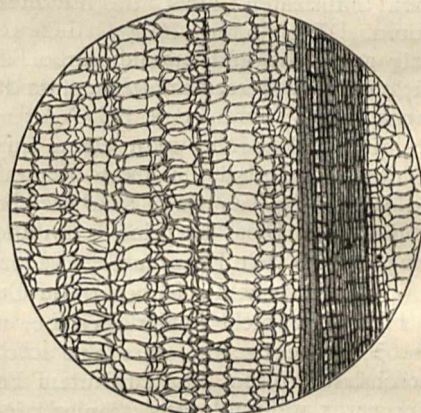
Abb. 78.



Mikroskopisches Bild eines Querschnitts durch die Mitte des Papyrusstengels. Das Gewebe besteht aus dreiarmigen und einfachen cylindrischen Zellen, welche bei ihrer Verbindung grosse Lufträume zwischen sich lassen. Man sieht ausserdem Querschnitte grösserer und kleinerer Gefässbündel.

Stengelgewebe bildet eine nur aus wenigen Zelllagen bestehende Schicht. Ihre Hauptmasse neben dem Chlorophyllgewebe bilden Bündel dickwandiger Fasern, welche ganz gleichmässig zwischen die chlorophyllhaltigen Zellschichten vertheilt sind. Sie sind es, welche die abgezogene Rinde zum Seilflechten sehr geeignet machen, da das Ganze eigentlich nur eine Art Bast darstellt (Abb. 77).

Abb. 79.



Mikroskopisches Bild eines Längsschnitts durch die Mitte des Papyrusstengels. Rechts beobachtet man ein Gefässbündel in der Längsansicht.

Das farblose Stengelgewebe besteht nur aus dünnwandigem Parenchym mit grossen Luftlücken und aus Gefässbündeln, welche im Querschnitte als ovale Gruppen erscheinen (Abb. 78). Die Gefässbündel (Abb. 79) sind mechanisch festere Stränge, welche wie Fäden das dünnwandige Grundgewebe des Stengels durchziehen. So setzen zwar zwei sehr verschiedene Gewebeformen

das weisse Stengelgewebe zusammen, wegen der ganz gleichmässigen Vertheilung der härteren Gefässbündel im weicheren Gewebe sind die herausgeschnittenen Längsstreifen aber unter einander sehr wenig verschieden. Getrocknet bildet ein solcher Streifen ein homogenes papierdünnes Blatt, welches von härteren parallelen Fäden durchzogen ist. Diese Streifung, welche auf den ersten Blick als eine Unvollkommenheit erscheinen könnte, ist für das Papier nur von Vortheil. Die Gefässbündel verleihen dem Papier die nöthige Festigkeit, welche die Handhabung und besonders das Aufrollen ohne Zerreißen ermöglicht. Papiere, wie z. B. das Reispapier der Chinesen, welches aus dem gefässbündellosen Mark von *Aralia papyrifera* hergestellt wird, besitzt eine nur geringe Festigkeit, und hätte sich das Papyruspapier nicht wegen seiner Eigenschaften so praktisch erwiesen, so würde dasselbe kaum die ungemeine Verbreitung im Alterthum erlangt haben. War die Wahl des Materials schon eine geschickte, so kann man dasselbe von der Behandlung zur Herstellung des Fabrikates sagen. Besonders vernünftig muss die kreuzweise Verbindung zweier Streifenlagen erscheinen, weil dadurch nach den beiden Dimensionen des Bogens die Festigkeit des Papiers eine gleichmässige wurde. Auch den Nutzen des Leimens haben die Aegypter wie erwähnt gefunden und damit trotz des von dem unsern so verschiedenen Materiales ihrem Papier dieselben Eigenschaften zu geben gesucht, welche man heute verlangt. In der Schönheit konnte freilich ihr Papier mit den modernen Fabrikaten nicht im Entferntesten concurriren. Die alten Papyri haben eine schmutzig graugelbe und braune Farbe. Es ist wohl nicht ohne Weiteres anzunehmen, dass diese Färbungen allein durch das hohe Alter entstanden sind. Schneidet man einen Papyrusstengel durch und lässt ihn kurze Zeit mit der Luft in Berührung, so färbt sich die Schnittfläche dunkel. Dies ist eine Oxydationerscheinung,* welche viele Pflanzentheile beobachten lassen. Wie es scheint, ist aber die Dunkelheit der Färbung nicht immer dieselbe, wenigstens habe ich beobachtet, dass eine solche bei in Gewächshäusern bei uns cultivirtem Papyrus viel stärker war, während der sicilianische Papyrus sich nur wenig färbte und ein nur weissgrau gefärbtes Papier lieferte. So mag denn wohl auch die sehr verschiedene Farbe der aufgefundenen Papyri durch diese Eigenschaften des Rohmaterials in nicht unbedeutendem Maasse mit verursacht sein. Bekanntlich sind viele der alten Papyri aber auch dadurch gebräunt, dass zum Zwecke nochmaligen Gebrauches die erste Schrift abgewaschen wurde, wobei aber von der Tusche so viel zurückblieb, dass das Papier dunkel gefärbt wurde.

(Schluss folgt.)

RUNDSCHAU.

Im Verlaufe der letzten Wochen hat eine Erfindung die Welt in athemlose Spannung versetzt, welche zwar dem im Allgemeinen vom *Prometheus* nicht berücksichtigten Gebiete der Medicin angehört, in ihrer umfassenden Bedeutung aber und als Ergebniss biologischer Forschung auch bei unseren Lesern das tiefste Interesse erwecken muss. Wir meinen natürlich Koch's grossartige Erfindung eines Heilmittels für die Schwindsucht.

Unsere Leser werden nicht erwarten, dass unsere Wochenschrift, deren Vorbereitung und Herstellung eine langsame ist, etwas völlig Neues über einen Gegenstand bringen wird, dessen sich die Tagesblätter in fieberhafter Hast bemächtigt haben in dem Bestreben, jeden Morgen ihrem Leserkreise die neuesten Nachrichten des vorhergegangenen Abends zu bieten, um sie vielleicht am folgenden Morgen schon zu widerrufen. Wir haben vielmehr geglaubt, warten zu sollen, bis genügend authentische Nachrichten vorliegen, um an Hand derselben einen Blick auf die Entwicklungsgeschichte dieser epochemachenden Erfindung zu werfen.

Im Gegensatz zu den Gepflogenheiten anderer Autoren sprechen wir von der Koch'schen Erfindung, nicht von seiner Entdeckung, und wir glauben dem grossen Gelehrten dadurch einen höheren Tribut der Bewunderung zu zollen, als wir es durch die schönst gestellten und überschwänglichsten Ausdrücke des Lobes zu thun vermöchten. Jenner's Ausarbeitung des Impfschutzes beruhte auf einer Entdeckung; Koch's Heilung der Schwindsucht ist eine Erfindung im strengsten Sinne des Worts, denn sie ist das Resultat zielbewusster experimenteller Forschung, deren von vornherein angestrebter Zweck die Lösung eines wohlbekanntes, von Tausenden vergeblich bearbeiteten Problems von höchster ethischer Bedeutung war. Als Entdecker hat Koch schon längst die höchste Bewunderung der Mitwelt errungen; dass diese Bewunderung sich bis in's Ueberschwängliche steigert, nun wo Koch als Erfinder in die Schranken tritt, darin zeigt sich eben das gewaltige geistige Uebergewicht der Erfindung über die Entdeckung.

Noch ist kein Jahrzehnt verflossen, dass Koch in die Reihe der grossen Entdecker trat dadurch, dass er den Nachweis führte, dass die schrecklichen Verheerungen der Schwindsucht durch die Vegetation eines parasitischen Bacteriums bewirkt würden, welches seinen Lebensprocess durch die Zerstörung menschlicher Gewebe fristete. Denselben Nachweis führte er sehr bald auch für die Cholera. Diese bedeutsamen Entdeckungen verdankte er den etwa um die gleiche Zeit gelungenen ausserordentlichen Vervollkommnungen unserer optischen Hilfsmittel, ausserdem aber der Anwendung eines sehr sinnreich erdachten Färbeverfahrens, durch welches die Bacterien überhaupt erst sichtbar wurden. Sie waren bis dahin unsichtbar geblieben, nicht wegen ihrer ausserordentlichen Kleinheit, sondern weil sie das gleiche Brechungsvermögen besitzten, wie das umgebende Medium, und daher in diesem verschwinden, geradeso wie ein in Phenylacetat getauchter Glasstab verschwindet. Durch die Anwendung seiner neuen Methode gewann Koch ein enormes Uebergewicht über seinen grossen Vorgänger und Rivalen Pasteur. Die Methode Koch's wurde typisch und hat in den Händen seiner Schüler zu zahlreichen und bedeutsamen Entdeckungen auf biologischem Gebiete geführt, umso mehr da Koch auch die bereits von Pasteur benutzten Reinzuchtmethoden wesentlich vervollkommnete und das Verhalten der Bacterien während ihres Wachstums als Bestimmungskriterium herbeizog. Die Reinzucht des bei seinem natürlichen Vorkommen stets mit anderen Bacterien vermengten Schwindsuchtsbacillus ist ein glänzender Beleg für Koch's phänomenales experimentelles Talent. Dadurch, dass ihm diese gelang, hatte er das bis dahin an den Menschen gefesselte Gespenst

der Schwindsucht losgelöst und als selbständiges Individuum hingestellt.

Ein Mann von Koch's geistiger Grösse musste erkennen, dass damit nur die Hälfte seiner Mission erfüllt war. Er hatte die Schwindsucht vom Menschen abgelöst; grösser und schöner war die Aufgabe, den Menschen von der Schwindsucht zu trennen und ihn als „Reincultur“ wieder dem Leben zuzuführen. Mit der Kühnheit und Energie eines grossen Geistes wandte er sich dieser schöneren Aufgabe zu, welche vor ihm so viele zu lösen versucht hatten.

Der Grund, weshalb Koch gelang, was allen seinen Vorgängern misslungen war, ist nicht schwer einzusehen. Als Menschen gewöhnlichen Schlages waren jene bekannte Wege gewandelt; als Mediciner hatten sie die übliche Methode des Pröbelns benutzt, hatten Tausende von Heilmitteln versucht in der vergeblichen Hoffnung, das gesuchte Arcanum zu finden. Koch dagegen — und das ist unseres Erachtens bisher viel zu wenig betont worden — ging auch hier, auf rein medicinischem Gebiete, den Weg der experimentellen naturwissenschaftlichen Forschung. Dieser „Königsweg des Experiments“ muss und wird die gesammte Medicin in völlig neue Bahnen lenken. Koch hat die erste medicinische Erfindung gemacht, aber viele Andere werden sich ihr anschliessen, nun, da die Bahn eröffnet vor uns liegt. Eine spätere Epoche wird die Begründung der wissenschaftlichen Therapie vom Jahre 1890 datiren.

Wie gross aber waren auch die Schwierigkeiten, die sich dieser Errungenschaft entgegenstellten! Mit der Entdeckung des Schwindsuchtsbacillus war noch keineswegs der Weg für die neue Errungenschaft gewiesen. Denn die Mittel, die den Bacillus tödten, waren auch Gifte für den Menschen; wer den Menschen schonen wollte, musste auch den Bacillus leben lassen; die bisherigen Heilmethoden beschränkten sich daher auf eine Beförderung des Allgemeinbefindens und damit der Widerstandskraft des mit der Schwindsucht behafteten Kranken.

Ueber die Natur des Koch'schen Heilmittels ist Näheres nicht bekannt. Offenbar handelt es sich um eine ganze allgemeine Methode für die Bekämpfung von Infectiouskrankheiten, deren Wirksamkeit der Erfinder auch noch in anderer Richtung zu prüfen beabsichtigte. So viel aber lässt sich bereits erkennen, dass sich die ganze Sache auf der Thatsache aufbaut, dass gewisse Bacterien durch die Stoffwechselproducte anderer getödtet werden. Schon vor einigen Jahren wurde bekannt, dass der Fäulnisbacillus, *Bacterium thermo*, den Schwindsuchtsbacillus tödtet. Die Anwendung dieser Beobachtung verbot sich von selbst, denn es war natürlich ausgeschlossen, den lebenden Menschen mit Fäulnisbacillen zu inficiren. Koch scheint nun die Vegetation eines solchen schwindsuchtsfeindlichen Bacillus in Reinculturen betrieben und das gelieferte, zu der Gruppe der Toxalbumine gehörige Stoffwechselproduct als das die Schwindsuchtsbacillen tödtende Princip erkannt zu haben. Dass dasselbe in seiner Wirksamkeit alle Erwartungen übertrifft, ist einer jener Glücksfälle, die dem Würdigen mitunter zu Theil werden, und zu dem wir den grossen Forscher von Herzen beglückwünschen.

Ein Siebentel der civilisirten Völker soll alljährlich der Schwindsucht zum Opfer gefallen sein. Welch' eine gewaltige That ist es, unerhört in der Geschichte der Menschheit, auch nur einen Theil dieses Siebentels dem Verderben entrissen zu haben! Kein Dank von Fürsten und Völkern ist gross genug, eine solche That würdig zu belohnen. Wenn auch nur theilweise sich bewährt, was wir jetzt erhoffen, so bricht eine neue Zeit für uns Alle herein, eine Zeit, für die das Wort des Minnesängers passt: „Es ist eine grosse Zeit, die Geister wachen auf, welch' eine Lust, ein Mensch zu sein!“

[842]

* * *

Der französische Major Renard hat über die von ihm erfundenen leichten galvanischen Batterien, die er zum Forttreiben des bekannten Luftschiffes *La France* in den Jahren 1884/85 benutzt hatte, unter dem Titel *Les Piles Légères* eine sehr eingehend behandelte Broschüre herausgegeben. In der Einleitung erinnert der Verfasser daran, wie das auf Staatskosten erbaute Luftschiff das einzige sei, welches bis jetzt so hätte gelenkt werden können, dass es auf seinen Auffahrtsort mit Hülfe von Schraube und Steuer zurückkam. Dieses Resultat sei allein durch die im Verhältniss zum Querschnitt des Ballons sehr bedeutende Triebkraft erzielt worden. Er vergleicht die *La France* mit dem Aerostaten Tissandier's und stellt die grossen Fortschritte durch folgende Zahlenangaben fest:

Beim Motor von Chalais kamen 12 kg auf die Pferdekraft.

„ „ „ Tissandier „ 30 „ „ „ „

Der Motor von 9 Pferdekraft von Chalais wog danach etwa 110 kg.

Ein analoger Motor der Tissandier'schen Construction würde 270 kg gewogen haben.

Ausserdem war das Verhältniss der Pferdekraften auf den Dekameter des Ballon-Querschnittes

bei dem Ballon *La France* = 16

„ „ Tissandier's = 2

d. h. der erstere besass eine 8 mal grössere motorische Kraft auf die Einheit der Widerstandsfläche bezogen, musste demnach zweimal so schnell vorwärts kommen, wie es durch die Praxis auch bestätigt wurde (6 m zu 3 m pro Secunde). Die Batterie von Chalais wog 400 kg, eine entsprechende der Construction Tissandier's 1530 kg. Trotz dieser Fortschritte ist Renard der Ansicht, dass bei dem gegenwärtigen Stand der Elektrizität die Hoffnung, den elektrischen Ballon zu einer Kriegsmaschine zu machen, eine eitle sei.

Die Batterie besteht aus dünnen Glas- oder Ebonit-Cylindern, die mit Chromsäure, Salzsäure und unter Umständen etwas Schwefelsäure gefüllt sind. In diese werden die Elektroden eingetaucht. Die positive bildet eine Röhre aus $\frac{1}{16}$ mm starkem platinirten Silberblech, die negative einen nicht amalgamirten Zinkstift von $\frac{1}{6}$ des Durchmessers des Glasgefässes. Zwölf derartiger Gefässe waren in zwei Gruppen zu je 6 mit einander vereinigt und wogen 10 kg. Im Ganzen hatte danach der Motor 40 derartig zusammengesetzte Elemente.

Die Amalgamation des Zinkes wurde unterlassen, weil es bei stark chromsäurehaltiger Flüssigkeit nicht stärker angegriffen wurde, als mit jener Schutzschicht, ferner weil das Zink durch das Quecksilber brüchig geworden wäre, was bei Verwendung so dünner Stäbe gefährlich war, und endlich, weil Quecksilbertropfen das die Flüssigkeit enthaltende Bleigefäss leicht hätten durchfressen können. Letztere Einrichtung kommt bei den pneumatischen Batterien zur Geltung, das sind solche, bei denen die Glasgefässe an dem Deckel eines grösseren bleiernen bezw. gläsernen Gefässes befestigt sind und unten eine Oeffnung haben. Durch Einpumpen von Luft in jenes Bleigefäss wird dann die Flüssigkeit in die Elemente hinaufgetrieben, bis sie die Elektroden umspült.

„Trotz aller Anstrengungen,“ sagt Renard am Schlusse seiner Arbeit, „sind wir noch sehr weit vom Ziel geblieben, man muss auf einem ganz andern Wege die endliche Lösung suchen.“

Moedebeck. [769]

* * *

Eine merkwürdige Beobachtung wurde am 8. September von Barnard und Burnham auf der Lick-Sternwarte gemacht. Der erste Jupitermond erschien bei seinem Vorübergang auf der Jupiterscheibe deutlich doppelt. Die beiden Componenten standen auf einer Linie senkrecht zu der Richtung der Aequatorialstreifen. Der Grund der Erscheinung dürfte in einem auf der Bahnebene der Trabanten senkrecht stehenden Flecken-

complex auf dessen Oberfläche zu suchen sein. Wenn ein solcher Fleck die Farbe und Helligkeit der Jupitersoberfläche hat, so muss für das Auge die besprochene Erscheinung resultiren. An eine physische Trennung ist natürlich nicht zu denken. M. [810]

* * *

Ein neuer Seismograph. Seismographen sind bekanntlich Instrumente, mit deren Hülfe man die absolute Bewegung der Erdoberfläche bei einem Erdbeben durch Festlegung ihrer Componenten im Raume selbstthätig aufzeichnet. In Italien sowohl wie in Japan macht man von solchen Instrumenten schon längere Zeit ausgedehnten Gebrauch, ohne dass eine Vergleichung der auf den einzelnen Stationen erhaltenen Resultate wegen der Verschiedenheit der Instrumente möglich wäre. E. Brassart, Mechaniker am geodynamischen Institut in Rom, hat in den *Annali della meteorologia italiana* ein neues, sehr interessantes Instrument zur vollständigen Registrirung der Erdstöße angegeben, dessen allgemeine Anwendung von grösstem Nutzen sein würde. Das Princip des Apparats ist folgendes: Auf einer mit der Erde fest verbundenen (aufgemauerten) Basis erhebt sich ein Träger. Auf diesem Träger ruht eine elastische Holzplatte auf Korkunterlagen, welche ihrerseits ein Pendel trägt. Dies Pendel besteht aus einem starken Seidenfaden und einem schweren ringförmigen Gewicht. In den Seidenfaden ist ausserdem noch eine elastische Zugfeder eingeschaltet. Die ganze Einrichtung der Aufhängung des Gewichtes soll dasselbe unabhängig von plötzlichen Stößen machen, welche das Fundament treffen. Das Gewicht wird infolge seiner Trägheit bei einem Erdstosse die Erschütterung des Fundaments nicht mitmachen, daher werden bei jedem Erdstosse Veränderungen in der gegenseitigen Lage des Fundaments und des Gewichtes vor sich gehen. Durch ein System von Hebeln werden diese in zwei zu einander senkrechte horizontale und eine vertikale Componente zerlegt und durch Markirung auf einem durch Uhrwerk beweglichen Papierstreifen registriert. M. [811]

* * *

Lineff's magnetische Bahnen. Ueber das neue Lineff'sche System der Stromzuführung für elektrische Strassenbahnen hat sich unser Mitarbeiter, Herr G. Kapp, nach eingehender Prüfung der in Chiswick bei London gebauten Versuchsstrecken sehr günstig ausgesprochen. Dies veranlasst uns, nach den englischen elektrischen Zeitschriften, Einiges darüber mitzutheilen.

Die Bahn unterscheidet sich von denjenigen, bei welchen der Strom durch einen in einer Rinne des Strassenpflasters laufenden Leitungsdraht den Wagen zugeführt wird, sehr wesentlich und vermeidet die Nachtheile des Systems zum grössten Theil. Dicht bei der einen Laufschiene oder in der Mitte des Geleises ist in dem Strassenpflaster eine dritte Schiene, die sogenannte Leitschiene, eingebettet, mit welcher eine kleinere, darüber angebrachte Schiene durch Messingbolzen verbunden ist. Erstere Schiene besteht aus von einander isolirten Stücken von etwa 1 m Länge. Darunter liegt die kupferne Leitung für die Stromzuführung, welche die Schienen nicht berührt. Den Contact zwischen denselben bewirkt ein Band aus galvanisirtem Eisen, welches in dem Augenblicke, wo der Wagen über die betreffende Stelle hinwegfährt, hochgehoben wird, was zur Folge hat, dass je ein Stück von der Leitschiene elektrisirt wird und in der üblichen Weise den Strom an die Wagen-Elektromotoren abgibt. Das Heben des Eisenbandes aber besorgt ein unter dem Wagen angeordneter Elektromagnet — daher der Name „magnetische“ Bahn — welcher aus dem Leitungskabel gespeist wird.

Wie Herr Kapp hervorhob, ist die Anordnung gänzlich gefahrlos, indem nur derjenige Theil der Leit-

schiene, welcher gerade unter dem Wagen liegt, also unzugänglich bleibt, mit Strom geladen ist. Man kann die vor oder hinter dem Wagen liegenden Schienenstücke betreten und zugleich die den Rückstrom leitenden Laufschiene berühren, ohne den geringsten Schlag zu verspüren. Selbst bei der grössten zulässigen Geschwindigkeit kann der Wagen auf eine Entfernung von 3 m zum Stillstand gebracht werden. Allerdings kostet die Anlage mehr, als diejenige einer Bahn mit oberirdischer Stromzuführung; dabei kommt die Bahn aber wohlfeiler zu stehen, als eine solche mit unterirdischem Kanal und vermeidet deren Uebelstände gänzlich. M. c. [802]

BÜCHERSCHAU.

Dr. R. Pröll, *Project einer städtischen Druckluftanlage von 7500 indicirten Pferdestärken*. Dresden 1890.

In diesem für den interessirten Fachmann sowohl wie für den Laien sehr werthvollen Werke wird nachzuweisen versucht, dass speciell für die Verhältnisse Dresdens die Druckluft zur Kraftübertragung von einer gemeinsamen Centrale aus wohl im Stande sein wird, sich gegenüber der Electricität erfolgreich und rentabel einzuführen und zu behaupten.

Zunächst benutzt der Verfasser zur Lösung der sich selbst gestellten Aufgabe die in Paris mit der Druckluft gemachten Erfahrungen; besonders aber seien mehrere sehr werthvolle Neuerungen auf dem Gebiete der Erzeugung und Verwendung der Druckluft, resp. der dazu gehörigen Motoren, herrührend von den Herren Pröll, Kummer & Fischinger, erwähnt, die gewiss nicht verfehlen werden, dem System zur weiteren Verbreitung und Verwendbarkeit zu dienen. A. K. [813]

* * *

Prof. Dr. Friedrich Umlauf, *Physik und Chemie*. Lieferungen 1—6, à 35 Pf. Wien 1890. Hartleben.

Dr. A. v. Urbanitzky und Dr. S. Zeisel, *Das Luftmeer*. Lieferungen 1—5, à 50 Pf. Wien 1890. Hartleben.

Wir beschränken uns darauf, die beiden oben genannten populären Werke unseren Lesern anzuzeigen und behalten uns eine eingehende Besprechung derselben bis zu dem Augenblicke vor, wo sie uns vollständig vorliegen werden. [837]

* * *

Bechhold's *Handlexicon der Naturwissenschaften und Medicin*. Bearbeitet von A. Velde, Dr. W. Schauff, Dr. V. Löwenthal und Dr. J. Bechhold. Frankfurt a./M. Verlag von H. Bechhold. In circa 10 Lieferungen à 80 Pf.

Es fehlte bisher merkwürdigerweise an einem compendiösen Werk, das in verständlicher Form über sämtliche Gegenstände und Ausdrücke im Bereiche der Medicin und Naturwissenschaften Auskunft ertheilt. Diesem Mangel soll nun durch das vorgenannte Handlexicon abgeholfen werden. Es liegt die erste Lieferung vor; Chemie, Physik (Electricität), Zoologie, Botanik, Geologie etc. sind sorgfältig behandelt, auch auf die praktische Anwendung der Wissenschaften, auf Rohproducte und technische Erzeugnisse ist Rücksicht genommen. Der Preis ist ein recht billiger. Wir können daher das Werk empfehlen. [838]