

# Wichtige Mitteilung an unsere Abonnenten!

In dem Bestreben, jede Zersplitterung zu vermeiden, um zu Höchstleistungen zu gelangen, haben wir uns entschlossen, vom 1. April ab den „Prometheus“ mit der im 25. Jahrgang stehenden Zeitschrift „Die Umschau“ zu vereinigen.

Die Zeitschrift wird den Titel führen:

## „DIE UMSCHAU“

(vereinigt mit „Prometheus“)

Wochenschrift über die Fortschritte in Wissenschaft u. Technik

und wird herausgegeben von dem langjährigen Leiter  
der „Umschau“ Professor Dr. H. Bechhold, Frankfurt am Main  
Sie wird erscheinen im Verlag der Umschau in Frankfurt am Main

Im kommenden Vierteljahr werden außer zahlreichen anderen Beiträgen folgende Aufsätze in der Umschau, vereinigt mit Prometheus, erscheinen:

Prof. Dr. Aron, Nährstoffmangel als Krankheitsursache  
Prof. Dr. Baur, Elektrizität direkt aus Kohle  
Prof. Dr. Bechhold, Blutkörperchen und Haemolyse  
Prof. Dr. Behn, Haus und Grab  
Prof. Dr. Bohr, Unsere heutige Kenntnis vom Atom  
Prof. Dr. Brendel, Die Atomistik in der Astronomie  
Geheimr. Prof. Dr. M. von Gruber, Wen soll ich heiraten?  
Prof. Dr. v. d. Heyde, Die Lernfähigkeit niederer Tiere  
Ingenieur Karl Kahberg, Ingenieur und Impressionismus  
Prof. Dr. S. von Kapff, Unsere Textilgewebe  
Geheimr. Prof. Dr. Kolbe, Chemotherapeutische Probleme  
Prof. Dr. Korschell, Tier und Zelle  
Geheimrat Prof. Dr. Krause, Prof. Dr. Koenen, Geheimrat  
Prof. Dr. Garé, Geheimrat von Franqué und Prof.  
Dr. Hoffmann, Die Röntgenstrahlen in der Heil-  
kunde. (Sonderheft)  
General von Leflow-Vorbeck, Thema vorbehalten  
Prof. Dr. Linke, Erklärung der Eiszeiten durch almo-  
sphärische Vulkanfrühungen  
Prof. Dr. Lockemann, Geschichte des Atoms  
Dr. Lüppo-Cramer, Eine Umwälzung in der Photographie  
Geheimr. Prof. Dr. Mielhe, Die photographischen Linsen

Fabrikdirektor L. Marlin, Schwefel und Schwefelsäure  
aus Gips  
Dr. Nurullah Essad Bey, Die Reichtümer der Türkei  
Geheimrat Prof. Dr. Penck, Das Aller des Menschen-  
geschlechts  
Prof. Dr. Römer, Woher bekommen wir die Phosphor-  
säure für unsere Landwirtschaft  
M. U. Schoop, Mein Besuch bei Edison  
Prof. Dr. Schillenhelm, Die Fortschritte in der Immuno-  
therapie  
Prof. Dr. G. Schroeter, Das Tetralin und seine Anwendung  
Prof. Dr. Schulle, Zielbeobachtung im Sport  
Dr. Siedler, Verwendungsmöglichkeiten des Neon  
Prof. Dr. Otto Stern, Die Messung der Geschwindigkeit  
der Molekeln  
Prof. Dr. B. Strauss, Rosffreier Stahl  
Geheim. Regierungsrat Wernecke, Metallgewinnung auf  
elektrischem Wege  
Geheim. Regierungsrat Th. Wiegand, Petra  
Geheimrat Prof. Dr. O. Wiener, Die heutigen Ansichten  
von den Lichtstrahlen  
Dr. R. Zaunick, Die Biologie der Filzlaus

Bestellen Sie sogleich „DIE UMSCHAU“ (vereinigt mit „Prometheus“),  
FRANKFURT a. M.-NIEDERRAD bei einer Postanstalt, Buchhandlung oder  
direkt vom Verlag der „UMSCHAU“, FRANKFURT a. M.-NIEDERRAD.

### PREISE:

ord.  
Deutschland . . . . . Mk. 12.50  
(Postscheckkonto Nr. 55, Umschau, Frankfurt a. M.)  
Deutsch-Oesterreich u. Ungarn . . . . . Mk. 12.50  
Direkt per Kreuzband . . . . . „ 14.10  
(Postsparkasse: Konto 79258, H. Bechhold, Ver-  
lag, Wien.)  
Tschecho-Slowakei . . . . . Mk. 12.50  
Dazu Auslandsporto . . . . . „ 5.80

Schweiz: Nur durch Buchhandel oder direkt vom  
Verlag (nicht durch Post) . . . . . Frs. 6.—  
(Postscheckkonto H. Bechhold Nr. VIII, 5926,  
Zürich)

Uebrigtes Ausland: Nur durch Buchhandel  
oder direkt vom Verlag (nicht durch Post):  
Holland Fl. 5.50, Skandinavien Kr. 5.50, Eng-  
land 5 sh, Frankreich, Belgien und Luxemburg  
Frs. 12.—, Italien 14 Lire, Vereinigte Staaten 1 Doll.

„Die Umschau“

H. Bechhold, Verlag

Frankfurt a. M. - Niederrad

„Prometheus“

Dr. E. Valentin, Verlag

:: Berlin-Friedenau ::

# Die Verwendung des Kompasses im Bergbau.

Von Prof. Dr. Gelfert.

Obwohl man im allgemeinen mit dem Begriffe Kompaß ohne weiteres die Vorstellung verbindet, daß er als Richtungsweiser besonders zur Seeschiffahrt Verwendung findet, kann doch heute als erwiesen gelten, daß die Urfänge dieses wichtigen Instrumentes auf seine Benutzung zu Landreisen zurückzuführen. Von dem chinesischen Geschichtsschreiber Szu-ma-thsian erfahren wir, daß im 2. Jahrhundert v. Chr. der Minister Tschu Kung des Kaisers Tschin-wang den Gesandten aus Tunkin und

Dagegen ist es nach den bisherigen Ergebnissen der Forschungen als erwiesen anzusehen, daß die Verwendung der Busssole als Orientierungsinstrument zu Bauten zuerst bei den Europäern, und zwar in Deutschland erfolgte. Insbesondere ist die erste Nachricht vom Gebrauche des Kompasses im Bergbau zu unterirdischen Gruben- und Stollenanlagen auf den als vielseitigen Gelehrten rühmlichst bekannten Bürgermeister der Stadt Chemnitz, Georg Agricola (Bauer) zurückzuführen. Agricola, 1490 zu

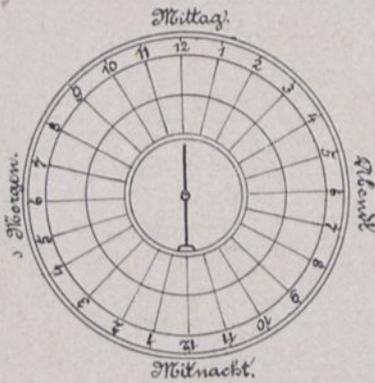


Bild 2.

Bergkompaß von G. Agricola (1556).

Cochinchina fünf „magnetische Wagen“ mitgab, damit sie sicher den Weg in die Heimat zurückfänden. Solche magnetische Karren, Tschin-nan-kiu genannt, die die chinesischen Kaiser auf ihren Reisen durch die weiten Lößebenen ihres Landes benutzten, und die die chinesische Mythologie sogar bis ins Jahr 2364 vor Christi zurückverlegt, besaßen vor dem Sitze eine leicht drehbare menschliche Figur, in deren ausgestrecktem Arme sich ein Magnet befand, so daß der Arm immer die Richtung nach Süden anzeigte.

Die Benutzung des Magneten zur Schiffahrt ist ebenfalls erstmalig bei den Chinesen zu suchen, freilich in späterer Zeit als der der magnetischen Wagen. Die älteste Nachricht darüber stammt nach den Forschungen des berühmten Sinologen Julius Klaproth aus der Zeit der Dynastie Tsin, welche von 265—419 n. Chr. regiert hat. Von den Chinesen ist der Kompaß in seiner einfachsten Form aber schon unter dem Namen Bussole auf die Araber übergegangen (Bussole von dem arab. mouassala = Pfeil), die ihrerseits die Europäer mit diesem wichtigen Instrument vertraut machten. Allgemeinere Verbreitung bei den Seefahrern sowohl des Orients wie des Okzidents findet der Kompaß erst von dem Beginn des 12. Jahrhunderts an, wie aus zahlreichen Untersuchungen darüber hervorgeht. Der häufig als Erfinder des Kompasses genannte Flavio Gioja aus Amalfi darf jedenfalls diesen Anspruch nicht für sich erheben, sein Name ist vielmehr durch eine Legende in die Literatur eingedrungen.

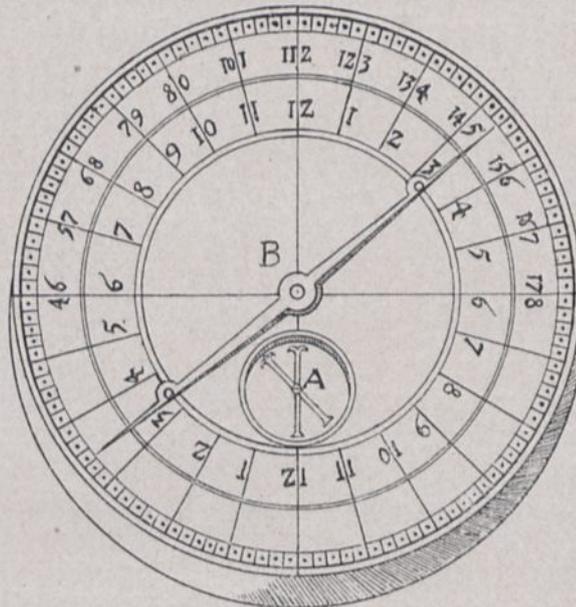


Bild 1. Ältester Bergkompaß nach Agricola. (De Re metallica 1556. pg. 105.)

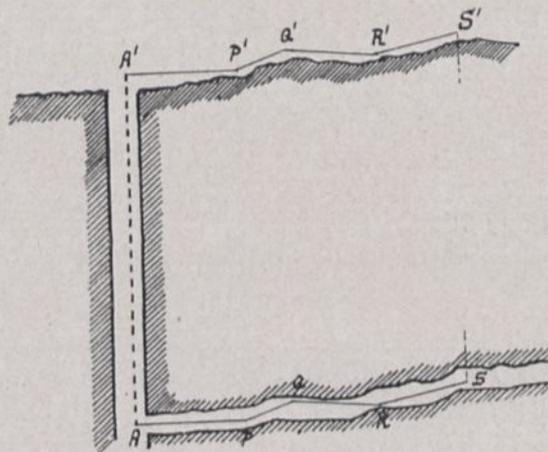


Bild 4. Markscheidemethode nach Agricola.

diesem aus Schnurenzüge P, Q, R, S in den Grubenräumen spannte, deren Länge man mit der „Lachterschnur“ und deren „Streichrichtung“ oder „Kompaßstunde“ man mit dem Setzkompaß ermittelte. Sollte dann zu dem erhaltenen Endpunkte die Projektion über Tage (Ortung) gefunden werden, so wurde von dem entsprechenden Haltepunkte A' über Tage aus der gleiche Schnurenzug P', Q', R', S' nach Länge und Kompaßstunde festgelegt (Bild 4). Es gründet sich dieses Verfahren auf die bisher gebräuchlich gewesene longimetrische Orientierung Herons von Alexandrien; nur mußte sich dieser mit einer Art Triangulierung unter Verwendung von sehr spitzen Dreiecken ohne Winkelmessung behelfen. Man hat die Mängel dieser Methode besonders erkannt bei den 1862—75 ausgeführten Erneuerungs-

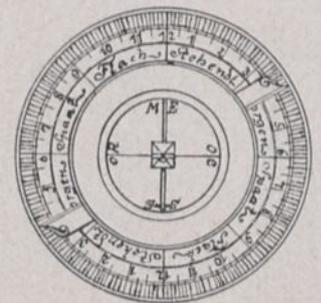


Bild 3. Alter Setzkompaß v. 1711.

Glauchau geboren, war 1518 bis 1522 Rektor in Zwickau, studierte dann Medizin, lebte als Arzt in Joachimsthal i. B., lernte dort den Bergbau genauer kennen, und war von 1546 bis zu seinem Tode, 1555, Bürgermeister in Chemnitz. Sein Werk De re metallica, 1556 in Basel erschienen, ist das älteste Bergbaubuch, das wir kennen. Der von ihm erstmalig beschriebene Bergkompaß, Bild 1, war seit 1530 im Gebrauch. Er hatte Form und Größe eines einfachen Holzellers, war in 2x12 Stunden geteilt und besaß in einer exzentrisch eingesetzten kleinen Büchse eine kleine horizontal schwebende Magnetnadel. Die Richtungsbestimmung, die er in dem lateinisch geschriebenen Werke durch das deutsche Wort „markscheidern“ bezeichnet, erfolgte so, daß man einen Anhaltepunkt A—A durch Loten von Tage bestimmte und von

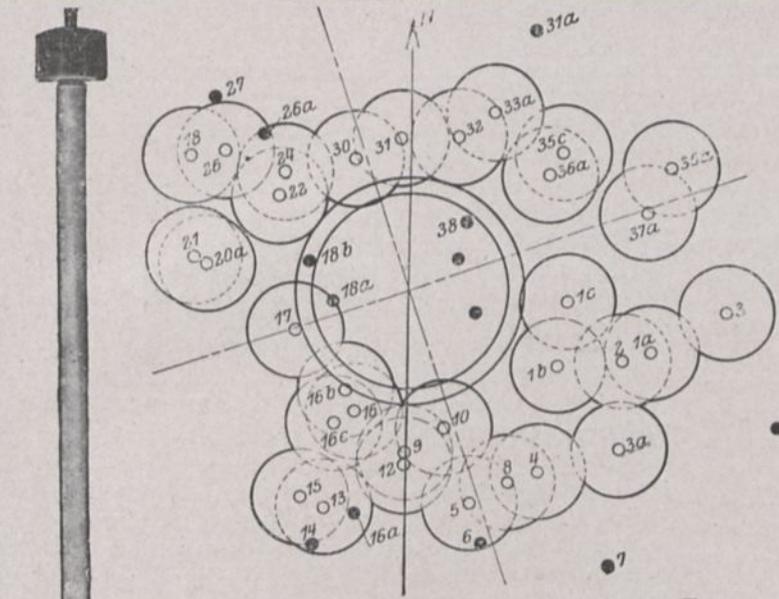


Bild 9. Lage der Gefrierkreise in 300 m Tiefe ohne Anwendung des Richtverfahrens.

Bild 7. Bohrlochneigungsmesser (Stratameter).

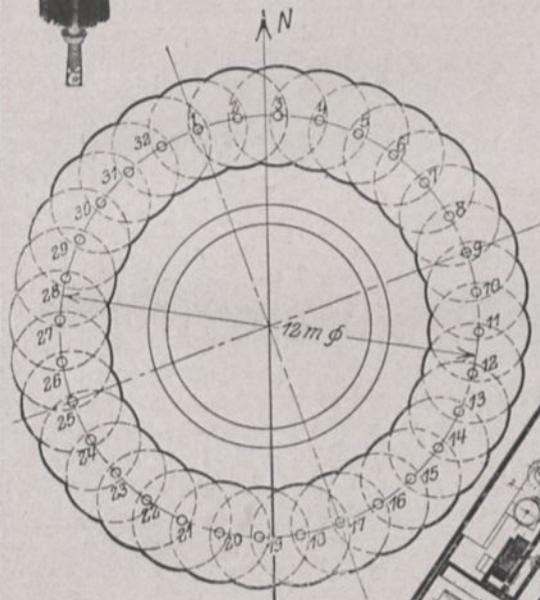


Bild 8. Frostmauerschema.

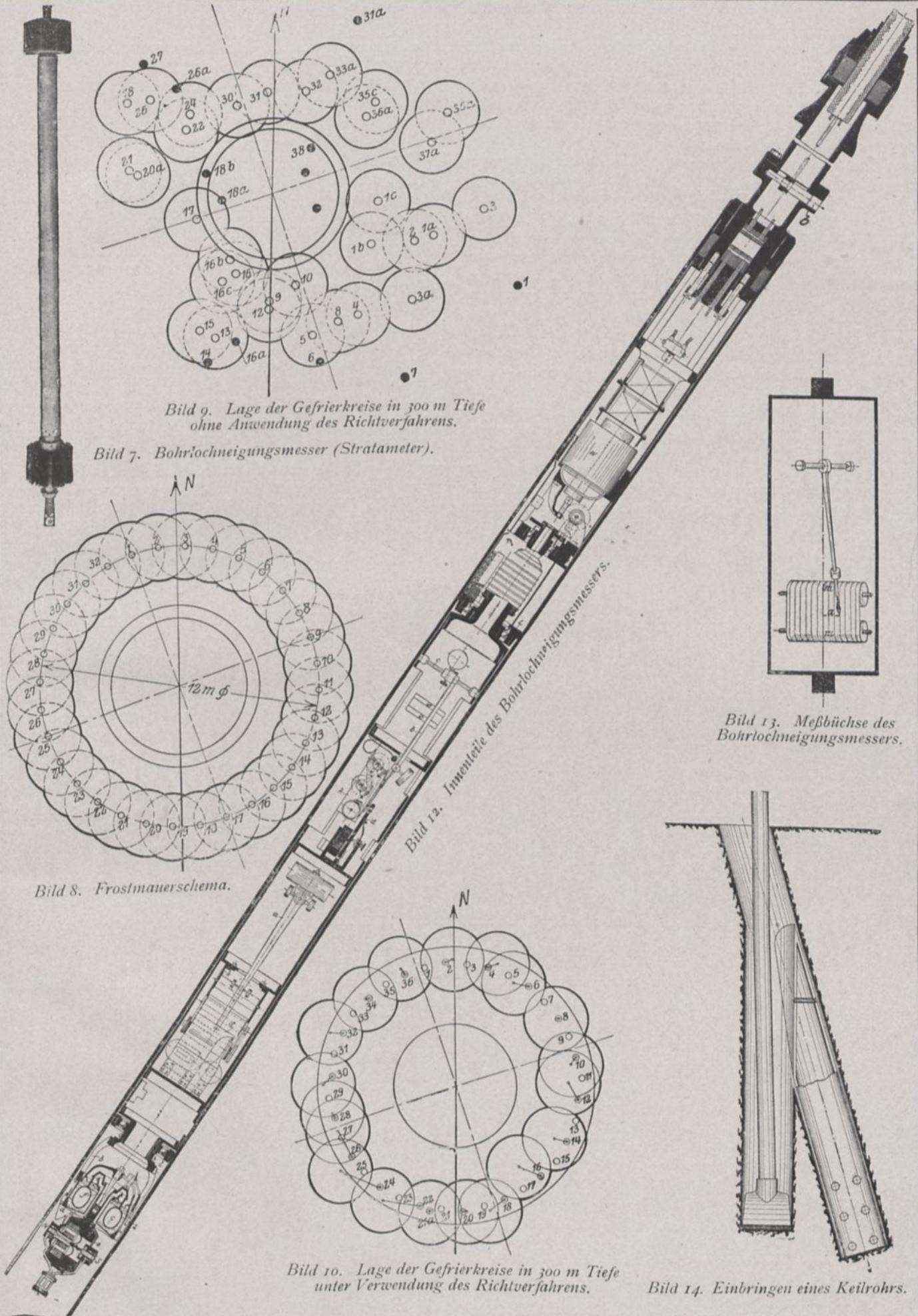


Bild 12. Innenteile des Bohrlochneigungsmessers.

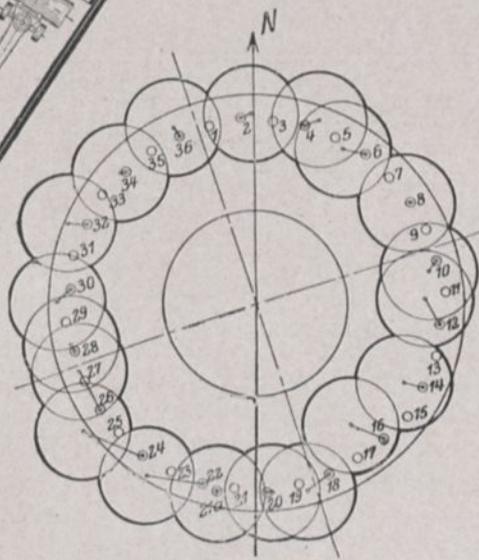


Bild 10. Lage der Gefrierkreise in 300 m Tiefe unter Verwendung des Richtverfahrens.

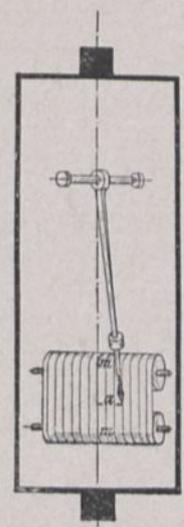


Bild 13. Meßbüchse des Bohrlochneigungsmessers.

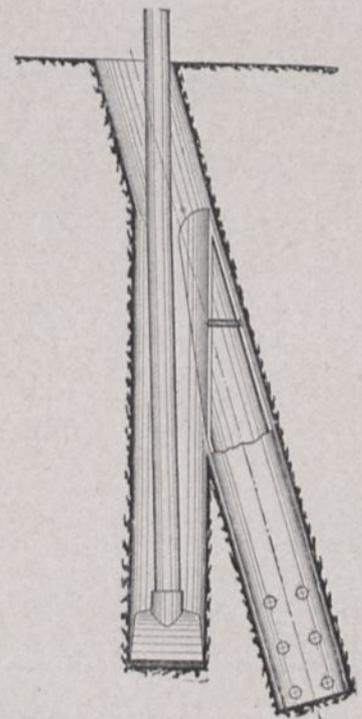


Bild 14. Einbringen eines Keilrohrs.

arbeiten des Entwässerungsstollens des Fuciner Sees in den Abbruzzen, der unter Kaiser Claudius 41—54 n. Chr. gebaut worden war. Im Jahre 1879 wurde in Neudorf am Harz ebenfalls ein Setzkompas aufgefunden, der die Jahreszahl 1541 trägt und wohl als einer der ältesten seiner Art anzusprechen ist. Daß der Setzkompas in Bergbaukreisen rasch allgemeiner bekannt wurde, erfahren wir aus einer Predigt des Joachimstaler Pfarrers Mathesius, eines Freundes von Luther, aus dem Jahre 1559, in der er vom Magneten als einem bekannten Werkzeuge der Bergleute und Marktscheider spricht.

Der Setzkompas (Bild 2 und 3) hat sich nach mancherlei Veränderungen und Verbesserungen noch bis zum heutigen Tage erhalten. Besondere Verdienste um seinen Ausbau für die Praxis hat sich der Altenberger Bergmeister Balthasar Rößler erworben in seinem um die Mitte des 17. Jahrhunderts verfaßten „Bergbau-spiegel“. Er hat den Hängekompas (Bild 5) erfunden, der in einem Ringe drehbar von einem Bügel gehalten wird, welcher wieder in einer festen Verzieh- oder Markscheiderschnur hängt und in dieser gleiten kann. Der Hängekompas bürgerte sich bald ein, da er wegen der besonderen Grubenverhältnisse, wie Nässe und Schmutz, Raumbeschränkung, künstliche Beleuchtung usw. handlicher und sauberer im Gebrauch war. Die Prüfung des Hängekompasses erfolgt durch die Lattenprobe. Man spannt Schnüre von einem Punkte nach verschiedenen

Stellen an der Kante einer vertikal stehenden Latte (Türpfosten); dann muß der Kompass für alle Schnüre dasselbe Streichen (gleiche Abweichung in der Horizontallage) ergeben. Naturgemäß gibt es unter den Hängekompassen eine große Menge von verschiedenen Konstruktionen, die je nach dem praktischen Bedürfnisse eingerichtet sind und die sich namentlich auf die mehr oder weniger technisch geschickte Gruppierung des Hängezeugs, worunter man das gesamte Zubehör mitversteht, erstrecken. Anordnungen von Osterland, Braunsdorf, Reichelt, Lehmann, Peuckert, Langer seien nur einige Namen dafür.

Der Geognosierkompas ist oft in Taschenuhrform gebräuchlich; an ihm sind Gradbogen und Zulegeplatte — eine rechteckige Messingplatte, in welche der Kompass so eingelegt werden kann, daß die 0—180°-Linie zu den Kanten parallel ist — vereinigt. Er dient zur unmittelbaren Bestimmung von Streichen und Fallen der Gebirgsschichten. Ist der Geognosierkompas so eingerichtet, daß an ihm ein kleiner Hängebügel eingeschraubt werden kann, so führt er den Namen Steigerkompas.

Alle diese besonderen Kompasskonstruktionen beruhen in der Hauptsache auf dem Deklinationsprinzip, d. h. auf der Abweichung der Magnetnadel in horizontaler Richtung; der Geognosier- und der Steigerkompas leiten zu den Inklinationskompassen über.

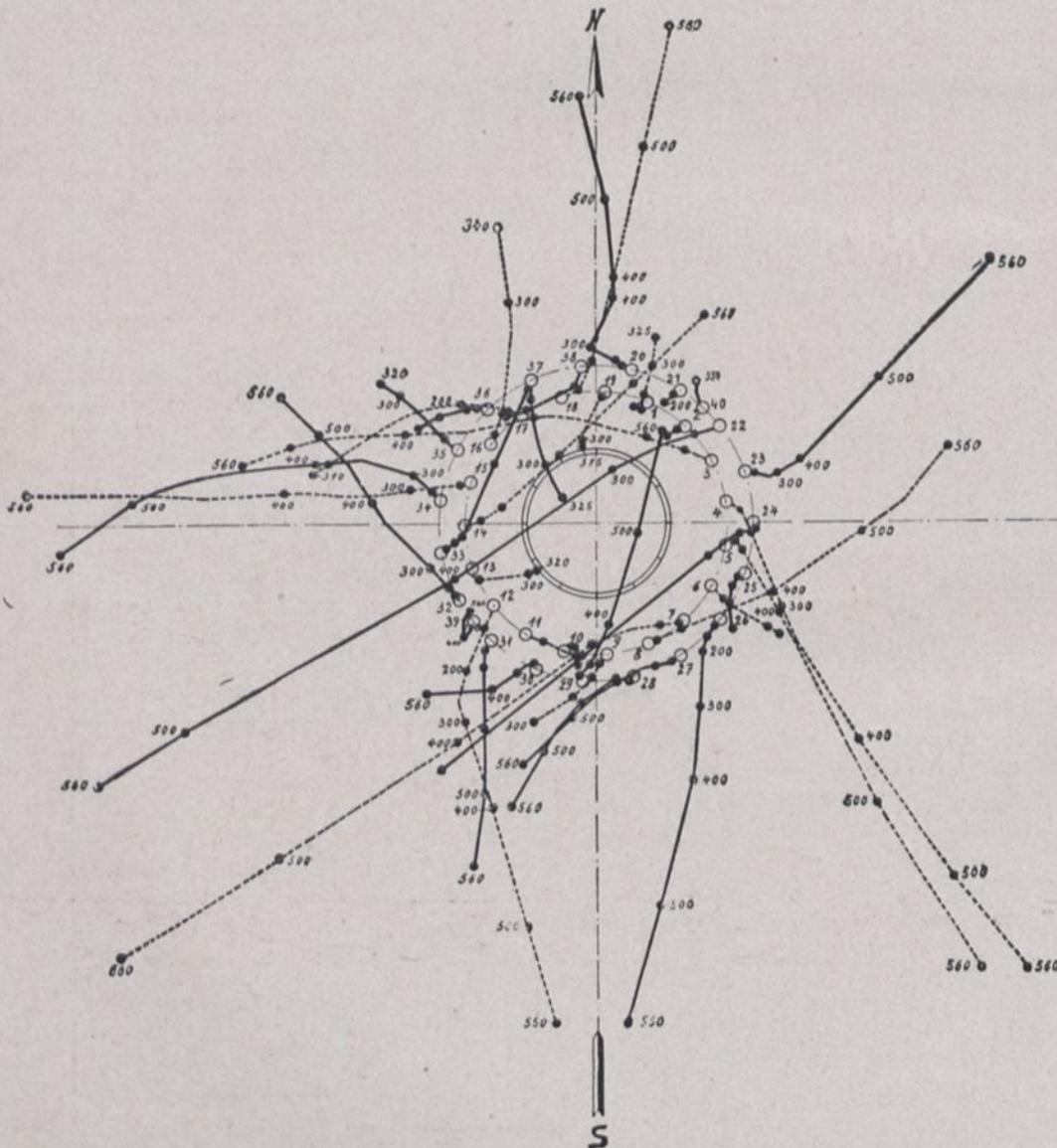


Bild 11. Bohrlochverlauf einer Schachtanlage von 560 m Tiefe.

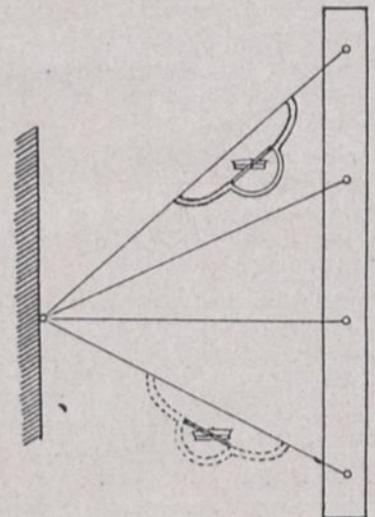


Bild 5. Hängekompass mit Lattenprobe.

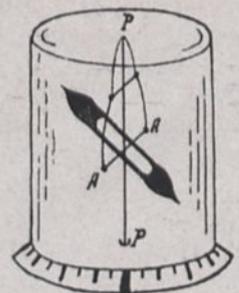


Bild 6. Schwedischer Bergkompass.

Die letzteren haben besondere Bedeutung erlangt weniger aus dem Bedürfnisse der Richtungsvermittlung in der Vertikalebene heraus, sondern vor allem als Instrumente zum Aufsuchen magnetischen Erzlagerstätten. Hier ist hauptsächlich der *schwedische Bergkompaß* zu erwähnen, der in Bild 6 skizziert ist. Es ist ein einfacher Kompaß, dessen Magnetnadel sowohl um eine vertikale Achse P—P, als auch um eine horizontale Achse A—A drehbar ist und zum Schutze in ein zylindrisches Glasgehäuse eingeschlossen ist. Die Windrose befindet sich auf dem Boden des Glasgefäßes. Zur Vermessung erdmagnetisch stark gestörter Gebiete dient das *Magnetometer von Thalén-Tiberg*, ein komplizierter Apparat, bei dem die Erscheinungen der Horizontal- und der Vertikalintensität des Erdmagnetismus berücksichtigt und zweckmäßig verwendet werden.

Die Störungen, die der Erdmagnetismus wie überhaupt alle eisernen Geräte, Werkzeuge, Maschinen, Grubenbahnen usw. naturnotwendig auf die Magnetnadel des Kompasses ausüben mußten, wurden schon von den Zeitgenossen des Agricola unangenehm empfunden und führten dazu, andere von den örtlichen Verhältnissen unabhängige Instrumente und Methoden zu erfinden. Sehr bald, noch im 16. Jahrhundert, benutzte man die sogenannte *Eisenscheibe*, die so genannt wurde, weil sie gerade nicht aus Eisen, sondern aus Messing bestand, aber in der Nähe von eisenhaltigen Orten Verwendung fand. Sie ist eigentlich nur eine Art Windrose, auf der die Brechungswinkel der Schnurenzüge graphisch aufgezeichnet werden. Später wurde sie mit einem drehbaren Zeiger und einer Winkelgradeinteilung versehen, erhielt schließlich Nonien und Libellen und wurde als „*Katagelabium*“ (analog dem *Astrolabium* der Astronomen) der unmittelbare Vorläufer des Theodoliten. Der Grubentheodolit ist erstmalig im Jahre 1798 durch Professor *Breithaupt* in Bückeburg unter gleichzeitiger Verwendung der Triangulationsmethode in Gebrauch gekommen, während etwa zur gleichen Zeit, in den Jahren 1795 und 1796, der frühere polnische General Graf von *Komarzewsky* in Freiberg unter Mitwirkung des Professors *Lempe* ähnliche Grubenmessungen vornahm. Zu allgemeiner Anerkennung gegenüber der bisherigen Kompaßorientierung kam der Grubentheodolit aber erst, nachdem zwei großartige Stollenanlagen mit seiner Hilfe glücklich durchgeführt worden waren: der 10 km lange *Ernst-August-Stollen* im Oberharz (von 1851—1864) und der 14 km lange *Rotschönberger Stollen* im sächsischen Erzgebirge (von 1844—1877). Heute dürfte der Grubentheodolit als das für genaue Grubenmessungen zuverlässigste Instrument anzuspprechen sein, das den Magnetkompaß so gut wie verdrängt hat.

Außer in den unmittelbaren Kompaßinstrumenten, die vorstehend beschrieben sind, findet der Kompaß im Bergbau noch eine besonders wichtige Verwendung in den *Stratametern* und *Bohrloch-Neigungsmessern*. Beide dienen dazu, den genauen Verlauf von tieferen Bohrlochern zu ermitteln und unterscheiden sich im Grunde nur dadurch, daß das Stratameter für eine einzelne Messung eingerichtet ist, während der Bohrlochneigungsmesser für eine fortlaufende Reihe von Messungen gebraucht wird, also etwa als erweitertes Stratameter angesprochen werden kann.

Ein solcher Bohrlochneigungsmesser ist ein eisenfreier Zylinder (Bild 7), der an einem Kabel in das Bohrloch hinabgelassen werden kann. Dabei wird er durch Führungsfedern oder Rundbürsten gezwungen, genau zentrisch dem Verlaufe des Bohrlochs zu folgen; er besitzt also stets dieselbe Neigung gegen die Vertikale wie das

Bohrloch in der betreffenden Teufe. Am unteren Ende des älteren Stratameters ist ein Kernfänger angebracht, der den noch feststehenden Bohrkern so faßt, daß der letztere ohne Drehung gegen den Zylinder emporgeholt werden kann. Zur Bestimmung der Nordrichtung befindet sich im Zylinder ein Kompaß, dessen Magnetnadel durch eine besondere Arretierungsvorrichtung in ihrer Lage festgehalten wird, sobald das Stratameter den Bohrkern erfaßt hat. Das Gelingen der Messung ist dabei jedoch an verschiedene Voraussetzungen gebunden: Der Bohrkern muß beim Fassen noch festsitzen und darf sich beim Abbrechen und Aufziehen nicht gegen den Zylinder verdrehen, die Magnetnadel muß sich beim Arretieren auch wirklich in Ruhe befinden und im magnetischen Meridian liegen.

Es ist leicht einzusehen, daß diese Art der Magnetorientierung unter solchen Voraussetzungen, die in 200 oder 500 m Tiefe nicht nachgeprüft werden können, meist versagen. Dazu kommt, daß die Magnetnadel auch dann überhaupt versagt, wenn das Bohrloch verrohrt ist.

Diesem Übelstand hat der durch seine Kreiselkompaßkonstruktionen bekannte Prof. *Martienssen* durch einen überaus kunstvollen, der Gesellschaft für nautische Instrumente, G. m. b. H., Kiel, patentierten und von ihr glänzend erprobten Bohrlochneigungsmesser zu begegnen gewußt, indem er statt des Magnetkompasses einen *Kreiselkompaß* in den Apparat einbaute. Über den *Kreiselkompaß* ist in „*Prometheus*“, XXXI., Nr. 9—11, ausführlich berichtet. Den neuen Bohrlochneigungsmesser hat Martienssen in einem Vortrage im Elektrotechnischen Verein zu Berlin im Oktober 1919, abgedruckt in der „*Elektrotechnischen Zeitschrift*“ Nr. 24 vom Jahre 1920, eingehender beschrieben.

Zum Abteufen tiefer Schächte, die bei der Gewinnung von Kohle und Kali zumeist durch wasserführende Gebirgsschichten führen, wendet man seit etwa 25 Jahren das sogenannte *Gefrierverfahren* an. Man umgibt den geplanten Schacht mit einem Kranze von Bohrlochern (Bild 8), durch die aus einer Kältemaschine eine Salzlösung von  $-25^{\circ}\text{C}$  in zwei Rohren getrieben wird. Dadurch gefriert im Verlaufe von etwa sechs Monaten um jedes Bohrloch eine „*Frostmauer*“ von 2—2½ m Durchmesser, die ineinander übergreifenden Frostsäulen bilden schließlich eine größere Frostmauer, unter deren Schutze das Abteufen des Schachtes ungefährdet erfolgen kann. Unbedingt nötig ist dabei, daß die Frostmauer „geschlossen“ ist, da sonst an einer nicht geschlossenen Stelle das Wasser in den Schacht eindringen und der Schacht ersaufen würde.

Nun ist es sehr schwierig, ein Bohrloch genau senkrecht zu treiben; denn bei mehreren 100 m Bohrgestänge verläuft sich der Bohrer leicht. Es ist also in der Regel damit zu rechnen, daß die Ringmauer nicht geschlossen wird.

Der Martienssische Bohrlochneigungsmesser hat daher die doppelte Aufgabe zu erfüllen: den Verlauf des Bohrlochs für jede beliebige Tiefe festzustellen, und Bohrlöcher an bestimmten Stellen in beliebigen Tiefen, bzw. in bestimmten Richtungen zu treiben (Richtverfahren), um eine eventuell nicht geschlossene Frostmauer nachträglich noch schließen zu können. Die Bilder 9 bis 11 lassen erkennen, wie erstaunlich genau das patentrechtlich geschützte Richtverfahren arbeitet, das von der Gesellschaft für nautische Instrumente selbst im Auftrage der Schachtbauunternehmen ausgeführt wird.

Bild 12 gibt einen Einblick in das Innere des höchst sinnreichen und komplizierten Apparates. Im unteren Teile erkennen wir den *Kreiselkompaß*, dessen *Kreisel* aus Nickelstahl 25 000 Umdrehungen in der Minute macht und von einem Drehstrom von 400 Perioden in der Sekunde angetrieben wird. Die Richtkraft des *Kreiselkompasses* be-

wirkt seine Einstellung in den magnetischen Meridian, die durch einen Wendemotor  $w$  im oberen Teile des Apparates auf die ganze Meßbuchse selbst übertragen wird. Dadurch behält die ganze Meßvorrichtung des Neigungsmessers dauernd eine bestimmte Lage gegen die Nord-Südrichtung bei. Den mittleren Teil füllen zwei Vertikalpendel aus, von denen das eine in der Ost-West-, das andere in der Nord-Süd-Richtung leicht beweglich ist und jedes von beiden die Abweichung der Lage des Meßapparates — also auch des Bohrloches — von der Vertikalen in der betr. Schwingungsebene angibt (Bild 13). Durch einen Taster können auf elektromagnetischem Wege von je 2 zu 2 m Tiefenabstand die Pendelstellungen mittels je einer feinen Nadel auf einem Meßstreifen fixiert werden, und man kann aus diesen Angaben leicht die seitliche Abweichung des Bohrlochverlaufs in jeder Tiefe ermitteln.

Hat man festgestellt, daß eine Frostmauer noch nicht geschlossen ist, so kann man mit Hilfe des Richtverfahrens

ein Bohrloch so abteufen, daß es genau an die zum Schließen erforderliche Stelle kommt. Man treibt das Bohrloch bis zu einer Teufe, in der erfahrungsgemäß eine stärkere Ablenkung erfolgt und setzt dann einen Eisenkeil in das Bohrloch, der diagonal so abgeschnitten ist (Bild 14), daß die Diagonalfäche der Ablenkungsrichtung entgegengesetzt liegt. Der Bohrmeißel wird dann, wie aus dem Bilde ersichtlich ist, dahin abgelenkt, wohin man das Bohrloch treiben will.

So ist der Kompaß auch in seiner jüngsten Form ein Segenbringer für die gesamte Menschheit geworden. Gerade jetzt, wo wir gezwungen werden, infolge vermehrter Kohlenförderung die in größeren Teufen lagernde Kohle aufzusuchen, kann sein Wert für den Bergbau gar nicht hoch genug eingeschätzt werden, und er kann daher als einer von den Sternen am Himmel der deutschen Wissenschaft betrachtet werden, die uns für den Aufstieg aus der Not der Gegenwart voranleuchten wollen. P 785

$$\sqrt{x}$$

Nachstehend bringen wir eine uns aus unserem Leserkreise zugegangene allgemeine Lösung der Konstruktion  $\sqrt{x}$ , wenn  $x$  bestimmte Zahlen darstellt.

Voraussetzung: Wenn in einem rechtwinkligen Dreiecke die Hypotenuse  $= x + \frac{1}{4}$  und eine der Katheten  $x - \frac{1}{4}$  ist:

Behauptung: so ist die andere Kathete  $= \pm \sqrt{x}$ .  
Beweis:

$$\begin{aligned} \left(x + \frac{1}{4}\right)^2 - \left(x - \frac{1}{4}\right)^2 &= y^2 \\ x^2 + \frac{1}{2}x + \frac{1}{16} - \left(x^2 - \frac{1}{2}x + \frac{1}{16}\right) &= y^2 \\ x &= y^2 \\ \underline{+ \sqrt{x} = y.} \end{aligned}$$

Oder auch so:

Eine Parabel, deren Parameter  $= \frac{1}{2}$  ist,

hat die Form:  $\pm \sqrt{2} px = y$ , und da  $p = \frac{1}{2}$

$$\text{so: } \underline{+ \sqrt{x} = y.}$$

Wie man erkennt, geht die Behauptung, daß ein rechtwinkliges Dreieck, dessen Hypotenuse  $x + \frac{1}{4}$  und dessen eine Kathete  $x - \frac{1}{4}$  ist, zur anderen Kathete  $\pm \sqrt{x}$  hat, aus der Betrachtung der dargestellten Parabel hervor, in die man  $p = \frac{1}{2}$  zu setzen hat, um direkt  $\pm \sqrt{x}$  zu erhalten.

Eine Verallgemeinerung dürfte vielleicht von Interesse sein: Wird für  $p = \frac{n}{2}$  gesetzt, so wird aus  $\pm \sqrt{2} px = y$  direkt  $\pm \sqrt{nx} = y$ , so daß die Konstruktion von  $y$  eine Hypotenuse  $= nx + \frac{n}{4}$  und eine Kathete  $= nx - \frac{n}{4}$  erfordert.

Man sieht daraus, daß mit Veränderung des Parameters alle möglichen Zusammenstellungen von  $\pm \sqrt{nx}$  konstruiert werden können.

E. Gutermann, Hamburg.

### Die Bewegungsgeschwindigkeit der Bakterien.

Wenn man mittels des Ultramikroskopes die Bewegung der Bakterien in einem hängenden Flüssigkeitstropfen beobachtet, ist man oft von der Tatsache überrascht, daß nicht nur die Bewegungsbahn, sondern auch die Bewegungsgeschwindigkeit der Bakterien eine verschiedene ist. Manche Bakterien bewegen sich ganz träge, andere zeigen eine große Beweglichkeit in der einen oder in der anderen Richtung, andere wieder durchqueren das Beobachtungsfeld mit einer derartigen Geschwindigkeit, daß sie den Eindruck des Fluges eines Pfeiles erwecken.

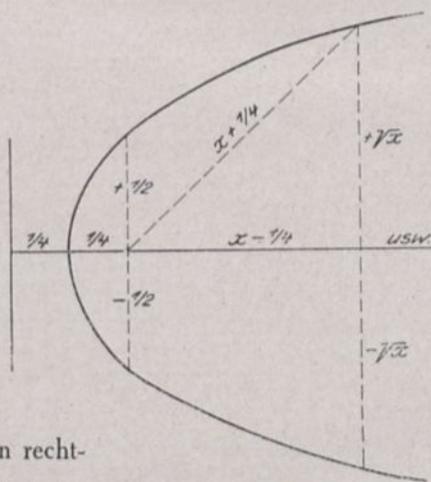
Die durchschnittliche Bewegungsgeschwindigkeit jeder

Bakterienart kann berechnet werden, wenn man sorgfältig die Bahn einer den Flüssigkeitstropfen entlang des Durchmesser durchquerenden Bakterie beobachtet, wobei der Tropfen nur wenige Bakterien enthält.

Der Direktor des Hygienischen Instituts der Universität in Rom, S a n a r e l l i, hat die diesbezüglichen Arbeiten von Gabritschewsky, Stigell, Lehmann und Fried fortgesetzt und die Bewegungsgeschwindigkeit des Cholerabazillus bei 25° C ausgerechnet. Er benutzte hier-

bei eine 24 Stunden alte, auf Agar-Agar gezogene und im Serum des Meerschweinchens sorgfältig verdünnte Kultur.

Er fand, daß die scheinbare Durchschnittsgeschwindigkeit 10 cm in der Sekunde betrüge und einer tatsächlichen Geschwindigkeit von 0,125 mm in der Sekunde, d. h. 7,5 mm in der Minute und 45 cm in der Stunde entspricht. Diese Zahlen vermögen aber keinen Begriff von der rasenden Geschwindigkeit des Bazillus zu geben, wie man ihn im Mikroskop sieht. Der Eindruck den man von der Geschwindigkeit erhält, hängt nämlich nicht von der tatsächlichen, sondern von der Winkelgeschwindigkeit ab. Der Cholerabazillus erweckt auf diese Weise denselben Eindruck wie ein Eisenbahnzug, der in einer Entfernung von 40 m von dem Beschauer mit einer Geschwindigkeit von 16 m/sec. oder 57,6 Kilometer in der Stunde vorbeifährt. Der Cholerabazillus bewegt sich 3- bis 12mal so schnell wie die anderen von Sanarelli untersuchten Bakterien, während er nur ein Bewegungsorgan hat, während die anderen Bakterien mehrere solche Organe besitzen. W 288



## Die antike Uhr\*.

Die Klepsydra reicht in alte Zeiten hinauf. Aber man muß zwei Arten dieses Instrumentes scharf scheiden. Einmal ist die Klepsydra ein im 5. vorchr. Jahrhundert bereits überall in Griechenland im öffentlichen wie im Privatleben benutztes Küchengerät, das mit einer heberartigen Einrichtung versehen war. Es war ein bauchiges Gefäß, das oben in einen Hals oder einen hohlen Henkel mündete und dessen Boden siebartig mit feinen Löchern durchbrochen war. Tauchte man nun ein solches Gefäß in den Brunnentrog, so trat das Wasser durch die Öffnungen des Bodens in das Innere ein, und wenn man nun mit dem Daumen den engen Hals oder das obere Loch des hohlen Henkels zuhielt, konnte man unbemerkt das Wasser in dem Gefäße entnehmen. So erklärt sich der scherzhafte Ausdruck „Klepsydra“ (Wasserdieb<sup>1</sup>). Empedokles erwähnt in einem Vergleiche das Gefäß als Spielwerk in der Hand eines Mädchens, Anaxagoras beschäftigte sich bereits mit der Theorie.

Gleichzeitig führte man nun auch eine ähnlich gebaute Wasseruhr in den Gerichtssitzungen ein, um den streitenden Parteien eine gleichmäßige, bestimmte Redezeit zu messen zu können. Aristophanes (Wespen 92. 856) erwähnt die Klepsydra bereits als unentbehrliches Instrument der Gerichtssitzungen, die Redner des 4. Jahrhunderts sind voll von Beziehungen darauf, und Aristoteles beschreibt sie in der Staatsverfassung genauer: „Man schüttet das für die Reden bestimmte Wasser in die mit Ausflußröhrchen versehenen Klepsydragefäße<sup>2</sup>“. Je nach dem Wertobjekte wurde das Wasser den beiden streitenden Parteien und dem Richterkollegium (in diese drei Teile zerfiel der zur Verhandlung bestimmte Zeitraum) zugemessen. So erhielt z. B. ein Prozeß über 5000 Drachmen 10 Kannen (zu 3,24 Liter), Bagatellsachen weniger. Bei wichtigen Staatsprozessen wurde natürlich mehr Wasser bewilligt. Wie man bei uns noch bisweilen in alten Dorfkirchen eine Sanduhr auf der Kanzel aufgestellt findet, deren herab-rinnender Sand dem Prediger das übliche Maß anzeigt, so standen in den Gerichtshöfen der Hellenen, später auch der Römer solche eiserne oder tönernen Gefäße, deren Auslaufen das für die einzelnen Reden bestimmte Zeitmaß angab. Neben der Uhr stand der Wasserwart, der den fließenden Strom zu unterbrechen und wieder anzulassen hatte, indem er die Öffnung mit dem Daumen zuhielt oder bei längerer Unterbrechung einen nagelförmigen Stift in die feine Abflußröhre steckte. Wenn z. B. der Ankläger in seiner Rede Urkunden oder Zeugenaussagen verlesen ließ, so war es ihm gestattet, währenddessen die Uhr zu stoppen. Er rief dem Sklaven an der Klepsydra zu: „Halte das

Wasser an!“ Wenn dann der Gerichtsskretär mit der Verlesung der Akten fertig war, ließ der Diener das Wasser wieder laufen. War die Rede (oder die Reden) der einen Partei beendet und vielleicht die Uhr noch nicht ganz ausgelaufen, so schüttete jener das Wasser heraus und füllte für die Gegenpartei und schließlich für die Beratung des Gerichtshofes das gleiche Quantum wieder ein.

Auch in Volksversammlungen, über deren unpünktlichen Besuch sich schon die braven Bürger des Aristophanes entrüsteten, wußte man die Klepsydrauhr zu benutzen. In der karischen Hafenstadt Iasos wird, wie eine Inschrift lehrt, angeordnet, daß in der Ekklesia 7 Fuß hoch über dem Boden, so daß alle die Uhr sehen können, eine Klepsydra aufgestellt werden soll, die mit einem Eimer Wasser gefüllt werden und durch ein bohnengroßes Loch ihren Abfluß haben soll. Mit Sonnenaufgang, dem üblichen Beginn der Versammlung, soll das Wasser losgelassen werden, und man darf annehmen, daß, wer bei Ablauf des Uhrwerks nicht erschienen war, keinen Anspruch auf die üblichen Tagegelder hatte.

Militärisch ward im 4. Jahrhundert v. Chr. die Klepsydra zur Ablösung<sup>3</sup> der Wachen benutzt. Die Nacht zerfiel in vier Vigilien zu je drei Stunden. Nun wurden aber die antiken Stunden nach den Jahreszeiten verschieden bemessen. In der attischen Gerichtspraxis hatte man sich dadurch geholfen, daß man das Maximum des Wassers nach dem kürzesten Tage bemaß. So kam man für die übrigen bequem aus. Aber diese starre Einrichtung ließ sich natürlich nicht auf die mit den Jahreszeiten wechselnden Vigilien übertragen. So paßte man recht und schlecht die Kontrollgefäße der wechselnden Dauer der Nachtstunden dadurch an, daß man die Innenfläche der Klepsydra mit mehr oder weniger Wachs auskleidete.

Noch roher als diese Soldatenuhr war die Klepsydra, die im Altertum zur Stundenverteilung des Rieselswassers in den Oasen Nordafrikas benutzt wurde und die sich dank der wenig veränderten Kulturverhältnisse dieser Gegenden bis auf den heutigen Tag dort erhalten hat. Der ältere Plinius berichtet uns in seiner Naturgeschichte von einer im Wüstensande Nordafrikas gelegenen Stadt Tacape (heute Gabes an der kleinen Syrte), die infolge ihrer künstlichen Bewässerung eine mehr als wunderbare Fruchtbarkeit zeige. Eine Quelle speise die ganze Gegend auf mehr als drei römische Meilen weit, aber so stark sie auch ströme, könne sie doch nur durch stundenweis regulierte Bewässerung für das gesamte Ackerland ausreichen. Solche Wasserverteilung nach Stunden ist ja auch sonst im Altertum und heutzutage nicht unerhört. Aber in Nordafrika hat sich eine sonst wohl nirgend mehr übliche Abmessung der Stunden durch eine primitive Klepsydra erhalten, deren System gleichsam das Gegenstück zu der üblichen antiken Einrichtung darstellt. Neuere Reisende, welche die Oase Figig an der Grenze von Marokko und Südalgerien besucht haben<sup>3</sup>, geben folgenden Bericht:

„Dann tritt man aus der beängstigenden Enge des ‚Ksar‘ hinaus in den lichten Schatten der Palmenhaine, an deren Rande üppige Gerstenfelder grünen. Die Bewässerung wird sorgfältig geregelt. Ein Wächter mißt an einer eigenartigen Wasseruhr die Zeit; ein eisernes Gefäß, Bild 1 und 2, schwimmt auf dem Wasser; es hat im Boden ein kleines Loch, durch das das Wasser langsam

\* Aus „Antike Technik“, sieben Vorträge von Hermann Diels. Verlag B. G. Teubner, Leipzig.

<sup>1</sup> Um den Namen der Klepsydra richtig zu bewerten, darf man sich erinnern, welchen Wert der Grieche damals wie heute auf das in seiner Heimat so seltene gute Trinkwasser legte (*ὁ πιστιν πέν ὄμιον*) und welche Mühe man sich schon in mykenischer wie späterer Zeit um gute Quellen und Wasserleitungen gab.

<sup>2</sup> Zum Einschütten der gewaltigen Wassermenge mußte eine ziemlich geräumige, oben wohl mit Deckel verschließbare Öffnung vorhanden sein (so Photiadis zuerst richtig). Doch nehme ich an, daß in dieses Gefäß, das wegen des Wasserdrucks die Gestalt einer Amphore haben mußte (so M. Schmidt), oben ein Sieb eingeschaltet war, um Unreinigkeiten abzuhalten. Die Definition des Aristoteles, der den „röhrenförmigen Ausfluß“ hervorhebt, versteht sich am besten, wenn man den Unterschied der Gerichtsklepsydra von der Hausklepsydra bedenkt. Diese mit ihrem Siebboden war für den regelmäßigen Abfluß einer kleinen Wassermenge ungeeignet, eine feine, seitlich am Boden angebrachte Röhre war hier das Richtige. Denn wenn man etwa in der Mitte des Gefäßes unten nur ein Loch gebohrt hätte, wäre die Bedienung für den Wasserwart recht unbequem und die Kontrolle schwierig gewesen.

<sup>3</sup> M. Rikli und C. Schröter, Vom Mittelmeer zum Nordrand der Sahara in der Vierteljahrsschr. der naturf. Ges. in Zürich 57 (1912), 128, Bild 10. Die auf Tafel XVI wiedergegebene Photographie verdanke ich hiesigen Teilnehmern jener Exkursion, die mir auch mündlich näheres berichtet haben.

hereindringt, bis sein Stand eine Marke erreicht, die an der Innenwand des Gefäßes angebracht ist. Dann verkündet der Wächter mit lauschender Stimme, daß eine Wasserstunde vorbei sei.“ Ein anderer Teilnehmer jener Exkursion, Professor L. Rüttimeyer in Basel, bestätigte mir diesen Bericht und gibt folgende kleine Skizze der „Klepsydra“. Er fügt zu:

„Sobald das langsam von unten in die Schale eindringende und diese füllende Wasser eine bestimmte Marke, die für die verschiedenen Grundstücke wechselt, erreicht hat, wird dies abgelesen, worauf der Wächter dies laut ausruft. Die Bewässerung dieses Grundstücks wird dann sofort abgebrochen. Dann wird die Schale entleert und für ein neues Grundstück in die Quelle gesetzt. Es ist genau das Prinzip der Wasseruhr im Wallis<sup>4</sup>.“

Alle bisher besprochenen Systeme der Klepsydra dienen dem praktischen Leben und sind aus empirischer Praxis hervorgegangen. Eine ganz andere Entwicklung nimmt diese Technik, sobald sich die Wissenschaft theoretisch und praktisch der Sache bemächtigt. Die hellenische Wissenschaft ist geboren aus dem Begriff des Wissens, den Sokrates als Forderung aufgestellt und der Genius Platons in seinem System und in seiner Schule zu verwirklichen suchte. Die von diesem Philosophen etwa um 378 gegründete Akademie ist die Pflanzstätte des wissenschaftlichen Lebens, das in Athen und seit Alexander in den großen Zentren des Orients sich entwickelt und das fast tausend Jahre sein Reich, das freilich nicht von dieser Welt war, behauptet hat.

Wie nun die Zeitmessung, die der Anfang aller Wissenschaft ist, in der Akademie ihr eigentümliches Instrument, den Gnomon, als Tagesuhr, aller Wahrscheinlichkeit nach schon zu Platons Lebzeiten in dem Garten des Akademos erhalten hat (sonst würde der Astronom Eudoxos gewiß nicht längere Zeit dort verweilt haben), so sorgte Platon auch für eine *Nachtuhr*<sup>5</sup>. Ein Musikschriftsteller, namens Aristokles, der am Ausgang des 2. vorchr. Jahrhunderts lebte, berichtet über die Erfindung der Wasserorgel durch Ktesibios<sup>6</sup> und bemerkt dazu: „Aristoxenos kennt diese Erfindung noch nicht, doch hat Platon, wie es heißt, eine kleine Anregung zu seiner Herstellung durch die Erfindung einer Nachtuhr gegeben, die er als eine sehr große Klepsydra, dem Orgelwerk ähnlich, konstruierte.“

<sup>4</sup> Eine im Wasser untersinkende Kupferschale als Zeitmesser zu benutzen, verstanden auch die arabischen Techniker (Kahn timer bei Wiedemann-Hauser, *Isl. Uhren* S. 165) wie die indischen Astronomen, vermutlich nach griechischem Vorbilde (Bergholz a. a. O. S. 25).

<sup>5</sup> Die von mir gefundene Konstruktion der Platonischen Nachtuhr habe ich *Berl. Sitz.-Ber.* 1915, 824 ff. beschrieben.

<sup>6</sup> Athen. IV 174 ff., wo der ältere Ktesibios, der Erfinder der Wasserorgel und vieler anderer pneumatischer Apparate, der unter Ptolemaios Philadelphos lebte, mit dem jüngeren, dem „Bader“ Ktesibios (Κεσσιβιος), den er unter Ptolemaios Physkon (145—116) setzt, verwechselt wird. Über die Orgel verweise ich auf H. Degeering, *Die Orgel* (Münster 1905); Tittel, *Hydraulik* in Pauly-Wiss. R.-E. IX 60 ff.

Denn auch das Orgelwerk selbst ist eigentlich eine Klepsydra.“ Aus der Erwähnung des Aristoxenos darf man schließen, daß die Notiz über Platons Erfindung auf diesen Schüler des Aristoteles zurückgeht, der auch sonst über die Schule Platons wichtige Mitteilungen bringt, die er dem Munde des Aristoteles zu verdanken hat. Sie ist also durchaus glaubwürdig.

Aus der Vergleichung mit der antiken Wasserorgel, welche die Pfeifen durch die im Windkasten vermittelte Wasserdruck komprimierte Luft zum Tönen bringt, war das mechanische Prinzip an die Hand gegeben. So genügte ein kleines, mit den üblichen Gläsern eines chemischen Laboratoriums hergestelltes Modell (Bild 3), das Prinzip



Bild 1. Wasseruhr der Oase Figig.



Bild 2. Graduirtes Meßgefäß.

der Nachtuhr klarzustellen. Man denke sich eine geräumige Klepsydra aufgestellt, deren Wasser etwa für sechs Stunden berechnet war. Durch die feine Abflußröhre tritt es Tropfen für Tropfen in das obere Gefäß, in dem ein sogenannter Kapselheber (d. h. eine von einer weiteren runden, oben geschlossenen Röhre umgebene engere Röhre) angebracht ist. Die weitere Röhre gestattet dem in dieses Gefäß aus der

Klepsydra einträufelnden Wasser von unten den Zutritt. Es steigt in dem Gefäß, ebenso aber auch in dem Zwischenraum zwischen der weiteren und engeren Röhre des Kapselhebers höher und höher, bis der obere Rand der engen, eingeschlossenen Röhre erreicht wird. Durch diese stürzt sich dann sofort von allen Seiten das Wasser nach unten, und zwar in zusammenhängendem Strom, der durch die enge Röhre in das hermetisch abgeschlossene, unterste Gefäß eindringt und die dort befindliche Luft verdichtet. Diese findet vor der plötzlich mit ge-

waltigem Druck herabstürzenden Wassermasse keinen anderen Ausweg als durch die seitlich angebrachte Röhre, die eine am Ende angebrachte Pfeife zum Tönen bringt.

Nachdem ich mir diese Idee der Platonischen Weckeruhr gebildet, fand ich eine willkommene Bestätigung in einer durch arabische Vermittlung überlieferten Konstruktion des Archimedes, Bild 4, die durch Abbildung und Beschreibung die Sache völlig klarstellt<sup>7</sup>.

So ergab sich denn für die Nachtuhr des Platon, die den Zweck hatte, die Genossen und Schüler der Akademie zu den Vorlesungen und Übungen des Meisters in frühester Morgenstunde herbeizurufen<sup>8</sup>, folgendes Bild:

Die geräumige Klepsydra C faßt das für sechs Stunden zureichende Wasser, Bild 5. Sie ist bedeckt mit dem Deckel A, enthält in ihrem oberen Teile einen mit Sieb

<sup>7</sup> Eilh. Wiedemann, *Beiträge z. Gesch. d. Naturwiss.* 36 (Phys.-med. Soz. in Erl., *Sitzungsber.* 46, 1914) S. 18 ff. und (mit Dr. phil. techn. F. Hauser) *Uhr des Archimedes*, *Nova Acta der K. Leop. Car. d. Akad. d. Naturf.* CIII 2 S. 194 (Halle 1918). Es ist klar, daß diese Uhr des „Archimedes“ auf Platons Original zurückgeht. Denn der arab. Text spricht von einer „byzantinischen“ Flöte (saffara) S. 195 und die so erschlossene griechische Originalschrift geht zwar nicht auf Archimedes, aber doch auf einen hellenistischen Techniker Appollonios zurück, den ich mit dem in den *Poliorketikern* erwähnten alexandrinischen Ingenieur identifiziert habe. *Berl. Sitz.-Ber.* 1915, 827<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> Vgl. Plato Legg. VII 808 D. *Ant. d. Protagoras*.

versehenen Einsatz B, um die erdigen Bestandteile zurück-zuhalten, und ruht auf dem Dreifuß D, der auf einem Postamente steht. Die Ausflußröhre E geht durch die Platte des Postamentes durch in den unteren Raum, der verschlossen werden kann, hier aber geöffnet gezeichnet ist, um die beiden aufeinanderstehenden Wasserkästen F und K zu zeigen. Das aus der Klepsydra hinabtröpfelnde Wasser sammelt sich auf dem Boden des oberen Gefäßes allmählich an und steigt hier, ebenso aber auch gleichzeitig in dem schmalen Zwischenraume zwischen der äußeren und inneren Röhre des Kapselhebers empor. Die Wassermasse ist so bemessen, daß, wenn das Wasser die Höhe der inneren Röhre GHI bei G erreicht hat, es über den Rand der oben offenen Röhre GHI übertritt und nun in zusammenhängendem Schwallen sich mit Gewalt bei I in den unteren Ventilkasten stürzt. Die komprimierte Luft findet keinen anderen Ausweg als oben links durch die Röhre L, die durch den Körper des Flötenspielers M<sup>9</sup> zur Flöte N emporführt, wo die innen angebrachte Pfeife durch den mit Gewalt austretenden Luftstrom zum Tönen gebracht wird.

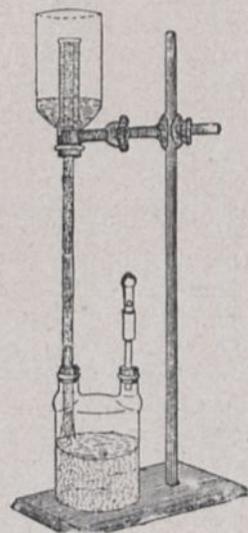


Bild 3. Prinzip der Platonischen Nachtuhr.

Als ich in der Berliner Akademie 1915 den Miniaturapparat, Bild 3, vorführte und eine Flasche Wasser eingoß, war diese Quantität doch genügend, die kleine Signalpfeife zum vernehmlichen, sekundenlang andauernden Tönen zu bringen. Da hervorgehoben wird, daß Platon eine große Klepsydra anwandte, muß der Druck des zur bestimmten Morgenstunde hinabstürzenden Wassers gewiß so stark gewesen sein, daß der Pfiff die im Garten der Akademie in zerstreuten Häuschen wohnenden<sup>10</sup> Schüler erwecken konnte, wie später der Ton der Orgelpfeifen, der ja ähnlich zustande kommt, die Riesenräume des Zirkus füllte.

Dieser Apparat stellt nicht nur die erste bekannte Weckuhr dar, sie wendet auch zuerst, soviel wir wissen, in der Hydraulik das Prinzip des Relais an, das Leonardo da Vinci um 1500, der von der Nachtuhr Platos keine Ahnung hatte, zu seinem Weckapparate benutzte<sup>11</sup>. Relais

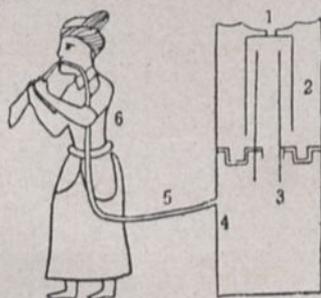


Bild 4. Uhr des Archimedes.

oder Krafteinschalter nennt man die Vorrichtung, die durch eine geringe Kraft eine Auslösung einer vielfach größeren auslöst. So hatte Leonardo Wasser in eine Schale tröpfeln lassen, die hebelartig mit einer anderen Schale von Wasser in Verbindung stand. War nun das bestimmte Quantum in der Weckzeit abgelaufen, so senkte sich die

<sup>9</sup> Nach einem Vasenbilde in Mon. d. Instit. V. 10 = Baumeister, Denkm. I 553, Abb. 590.

<sup>10</sup> Vita Aristot. Marc. bei Rose, Fragm. Arist. (L. 1886) S. 428, I. Diog. L. IV 19. Philod. Index acad. 14, 35.

<sup>11</sup> S. Feldhaus, Leonardo (1913) S. 97; Technik (Lpz. 1914) S. 866; Geschichtsbl. f. Technik II (1915). Dazu Horwitz ebenda III 368.

erste Schale, die zweite hob sich und ergoß ihr Wasser gleichfalls in die erste, und dieser starke Druck sollte genügen, um die Füße eines im Bette schlafenden Menschen zu heben und ihn dadurch zum Aufstehen zu nötigen.

Platons Akademie hat die Organisation der Wissenschaft in der Folgezeit durch das ganze Altertum, ja bis in die neueste Zeit bestimmt. Der Same echten wissenschaftlichen Geistes, wie er hier gesät wurde, ging dann in dem Peripatos des Aristoteles nach allen Richtungen hin gedeihlich auf. Und aus dieser Schule ward durch die Peripatetiker Demetrios von Phaleron, den gelehrten Staatsmann, und Straton<sup>12</sup>, der den Ehrenbeinamen „der Physiker“ führt, der akademische Betrieb nach dem neugegründeten Alexandria verpflanzt, wo im dritten vorchristlichen Jahrhundert die Geisteswissenschaft wie die Naturwissenschaft, unterstützt durch die außerordentliche Freigebigkeit der ersten Ptolemäer, in gewissem Sinne ihren Höhepunkt erreicht. Was der Ingenieur Philon, der diese Zeit noch erlebt hat, sagt<sup>13</sup>, daß der Geschützbau erst damals auf ein wissenschaftliches Fundament gestellt worden sei, weil Ruhm und Kunst liebende Könige die Ingenieure mit reichen Mitteln zu Versuchen ausgestattet hätten, das gilt von dem gesamten Betriebe der Technik und Wissenschaft in Alexandria. Wir können noch nachweisen, wie das dem Realismus

dieser Zeit entsprechende, auf das Experiment gegründete physikalische System des Straton zunächst auf den König der antiken Ingenieure, Ktesibios<sup>14</sup> von Alexandria, eingewirkt hat, dessen Luftdruckexperimente und pneumatische Apparate, vor



Bild 5. Klepsydra C.

allem die Konstruktion der Wasserorgel und der Feuerspritze<sup>15</sup>, die in der Folgezeit auch eine weite praktische

<sup>12</sup> Über den Zusammenhang Stratons mit der alex. Technik vgl. Diels, Über das phys. System des Straton, Berl. Sitz-Ber. 1893, 101 ff.

<sup>13</sup> Mech. Synt. IV 3 p. 50, 37 (Belopoiika gr. u. deutsch von H. Diels u. E. Schramm, Abhandl. d. Berl. Ak. 1918, phil.-h. Kl. n. 16 S. 9).

<sup>14</sup> Nicht zu verwechseln mit Ktesibios Kureus, der am Ende des 2. Jahrh. v. Chr. lebte. S. oben S. 198<sup>3</sup>.

<sup>15</sup> Philo a. a. O. c. 61 (p. 77, 46. S. 66 D.-Schr.); de ingeniiis spiritualibus (arab.-lat. Übers. der Pneumatik Philons) in Heron ed. Schmidt I 458 ff., Heron selbst Pneumat. I Vorr. (I 5 ff. Schm.). Vitruv vielerorts. Vgl. Diels, Über die von Prokop beschrieb. Kunst-

Bedeutung erlangen sollten, in der späteren technischen Literatur bei Philon, Vitruv und Heron im Vordergrund stehen und wohl in Einzelheiten, aber nicht in der Hauptsache und in der wissenschaftlichen Theorie berichtigt worden sind. Ktesibios, der peripatetisch geschulte Physiker, steht als überragendes Haupt ebenso über der gesamten technischen Tätigkeit und Literatur der alexandrinisch-römischen Zeit wie der peripatetisch beeinflusste Kallimachos die literargeschichtliche Forschung der Folgezeit bis an das Ende des Altertums beherrscht hat.

Auch für die Gnomonik ist die geniale und vielseitige Ingenieurkunst des Ktesibios bis in die byzantinische Zeit

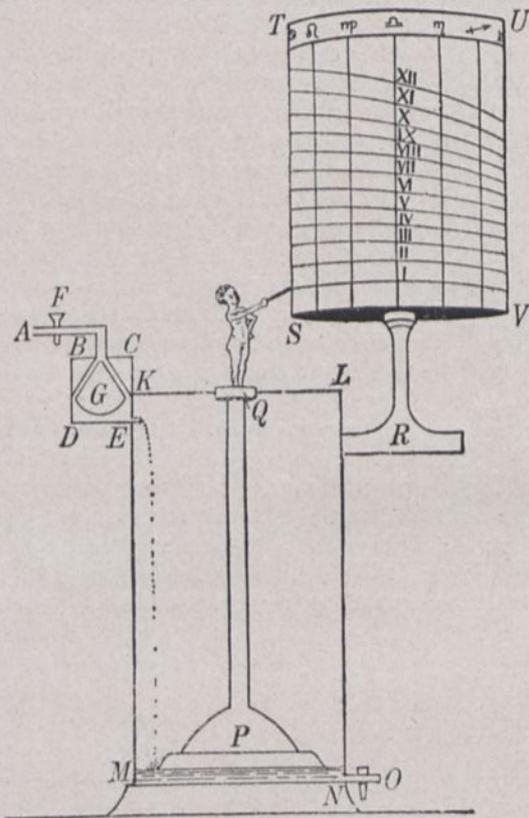


Bild 6. Wasseruhr des Ktesibios mit veränderlichem Zeiger.

hinein maßgebend geblieben. Er hat den Typus der antiken Wasseruhr festgestellt; von dem Prinzip der Klepsydra ausgehend hat er durch wissenschaftliche Ausbildung der Konstruktion ein Uhrwerk von größerer Genauigkeit geschaffen, das auch zu astronomischen Beobachtungen gebraucht werden konnte. Vitruv (IX 8, 4 ff.) hat uns eine aus den Schriften des Ktesibios (oder seiner Ausschreiber) geschöpfte, aber z. T. unklare, ja teilweise offenbar mißverständliche Beschreibung seiner Uhrwerke hinterlassen, nach der man versuchen kann, das Kunstwerk des alexandrinischen Gnomonikers zu rekonstruieren.

Die große Schwierigkeit für die antike Uhr besteht in der Rücksicht, die sie auf die ungleichmäßige Dauer der Stunden nehmen muß. Wie die moderne Sonnenuhr es darin leichter hat als die antike, so erfordert auch die Wasseruhr, wie wir schon bei der rohen Signalaruhr des Aineias sahen, eine Anpassung an den Wechsel der Jahreszeiten. Da bei den Wasseruhren ein stetiger Zufluß des Wassers aus Leitungen vorausgesetzt wird, so kann jene

uhr, Abh. d. Berl. Ak. 1917, phil.-hist. Kl. n. 7 S. 3. Wie sehr die technische Arbeit des Ktesibios von philosophischer Theorie durchtränkt war, lehrt Vitruv I 1, 7 qui Ctesibii aut Archimedis et ceterorum qui eiusdem generis praecepta conscripserunt legat, sentire non poterit, nisi his rebus a philosophis erit institutus.

Anpassung entweder bei dem Wasserzufluß oder bei dem durch das Wasser in Bewegung gesetzten Uhrzeiger vorgenommen werden. Wir betrachten daher dies letztere System zuerst. Für beide Arten des Uhrwerks ist Voraussetzung, daß der Wasserdruck während des Auslaufes sich nicht vermindert, daß also die einmal als Norm zugrunde gelegte Menge des ausfließenden feinen Wasserstromes konstant bleibt. Man hätte dies auf einfache Weise dadurch herbeiführen können, daß man ein Sammelbecken voll laufen und den Überschuss oben ablaufen ließ, so daß dieses Becken stets gefüllt blieb und ein gleichmäßiger Wasserdruck gewährleistet blieb. Allein in den wasserarmen Gegenden des Südens, und zumal in Alexandria, wäre eine solche Wasserverschwendung unmöglich gewesen. So mußte man auf andere Weise helfen. Ich habe nach den allerdings unklaren Andeutungen des Vitruv (IX 8, 6) in meiner Rekonstruktion der Uhr mit veränderlichem Zeiger eine Reguliervorrichtung mit Keilverschluss angebracht, der die Stetigkeit des Wasserdrucks ohne allzugroße Wasservergeudung ermöglicht<sup>10</sup>, Bild 6.

Das Wasser ergießt sich aus der durch den Hahn F abzuschließenden Leitung A in das Regulierbecken BC

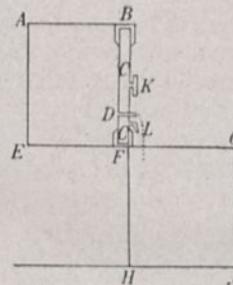


Bild 7. Regulierbecken (Seitenansicht).

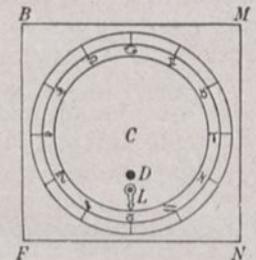


Bild 8. Regulierbecken (Vorderansicht).

DE und tritt bei E durch eine feine Röhre in das Sammelbecken KLMN ein. Ist der Druck in der Leitung stark, so wird das Wasser in dem kleinen Becken nicht normal durch die Öffnung bei E abgeführt, sondern staut sich und hebt den keilförmig nach oben zugespitzten Schwimmer G in die Höhe, so daß der Zufluß von oben abgeschnitten ist. Ist dann das Wasser unten abgeflossen, senkt sich der Spiegel wieder, der Schwimmer fällt und erweitert die obere Einlauföffnung, so daß wieder die normale Höhe erreicht wird.

<sup>10</sup> Ich benutze dabei mit Dank die von Max C. P. Schmidt in den Kulturh. Beitr. II (L. 1912), S. 47. 105, Bild 24, gegebene Anregung, der in der Hauptsache gewiß das Richtige getroffen hat. Dagegen ist zu warnen vor der äußerlich glänzenden, aber innerlich völlig verfehlten Wiederherstellung des Hofuhrmachers Speckart in Nürnberg, die im Deutschen Museum zu München aufgestellt ist. Vgl. dessen Gesch. der Zeitmesskunst (Bautzen 1903) 160, die erklärt, wie der geschickte Meister den Phantasien französischer Vorgänger zum Opfer gefallen ist. S. Feldhaus, Geschichtsbl. f. Technik II (1915) 23, wo auch eine Abbildung des Nürnberger Modells gegeben ist. Die Einrichtung der Regulierung in dem Einlaufkasten BCDE, die sich sehr verschieden treffen läßt, hab' ich nach dem Prinzip des nach „Archimedes“ (s. später!) konstruierten, von den Arabern Rub genannten Apparates vorgenommen, da sie jedenfalls antik, ferner die einfachste ist und den Andeutungen des Vitruv am nächsten kommt. Die von den Arabern Ridwân und Gazari erweiterte und verbesserte Gestalt des Rub ist genau beschrieben bei Wiedemann und Hauser, Über die Uhren im Ber. der isl. Kultur (Nova Acta der Kais. Leop. d. Ak. d. Naturf. C n. 5 S. 21. 60 ff.) und Uhr des Archimedes (N. Act. CIII n. 2, 166 ff., Bild S. 167). Eine andere Methode der Regulierung durch einen Heber, dessen kürzerer Schenkel durch einen Schwimmer geführt wird, welcher auf dem Wasser des Regulierbeckens schwimmt, beschreibt Heron Pneum. I 4 (I 45 Schmidt; daselbst moderne Abbildung; antike Abbildung s. Einleitung S. XXIX, Bild 5 a und 5 b).

Man darf annehmen, daß auch irgendwo eine Vorrichtung zum Reinigen des Wassers angebracht gewesen ist. Darüber fehlt jede Andeutung, aber daß ein Ingenieur wie Ktesibios auch daran dachte, beweist seine Vorsicht, die feine Ausflußröhre (bei E) aus Gold oder Edelstein herzustellen (Vitr. IX 8, 4).

So spritzt in feinem Strahle das Wasser in das Hauptbecken K L M O. Dort hebt es den Schwimmer P, auf dem oben ein Figürchen (sigillum) angebracht ist, das mit einer Rute (virga) die zwölf Stunden anzeigt. Sie sind in Horizontalkurven auf dem drehbaren Zylinder S T U V angebracht. Die horizontale Mittellinie, die sie schneidet (von dem Zeichen der Wage  $\alpha$  abwärts), gibt die Zeitmarken der Stunden zur Zeit der Gleichen an. Es war leicht, an einer Sonnenuhr die richtigen Stundenpunkte auf dieser Linie einzutragen und ebenso die kürzeren Winterstunden auf der Linie U V zur Zeit des Steinbocks und die langen Sommerstunden auf der Linie T S zur Zeit des Sommersolstitiums. Werden nun diese festen Punkte zwischen den vier Vertikallinien in jeder der zwölf Stunden miteinander durch entsprechende Kurven verbunden, so entstehen auf dem Zylinder zwölf Kreise, die sich von dem Winter- zum Sommerpunkte gleichmäßig erheben und auf der anderen Seite ebenso wieder abfallen.

Auf dem Zylinder kann bei der Größe, die er in Wirklichkeit haben muß, leicht jeder Monat (mit dem entsprechenden Zeichen des Zodiakus) und jeder Monat wieder in 30 Teile geteilt durch Vertikallinien dargestellt werden. Oder man bringt eine Einteilung von 365 Tagen auf dem oberen Rande an, von wo ein herabfallendes Lot den Tag genau auf den Zeiger des Figürchens einzustellen gestattete.

Diese Wasseruhr ist zunächst nur für den Tagesdienst eingerichtet, der Stundenplan kann aber ohne große Mühe auch auf 24 Stunden (*νυχθημερον*) erweitert werden, wie die französischen Rekonstruktionen und danach das Münchener Modell es vorsehen. Noch einfacher war es für den Wächter, der ja doch die Wasserregulierung beaufsichtigen und nach Ablauf des Tagesganges das Wasser bei N ablassen mußte<sup>17</sup>, den Zylinder um die halbe Achse zu wenden, so daß die Winterstunden des Tages die Kurzstunden der Sommernacht bezeichneten und entsprechend die beiden Jahreshälften sich ergänzten.

Nachdem das System der Regulierung des Wasserdruckes sich für die Herstellung eines gleichmäßigen Zu-

stroms bewährt hatte, lag es für einen erfindungsreichen Techniker wie Ktesibios nahe, diese Regulierung der Stromstärke zur Ausgleichung der Verschiedenheit der veränderlichen Stunden zu benutzen. Ein solcher „Regulator“, der also schon in dem Zuflußbecken und nicht erst am Zeiger je nach der Jahreszeit die Veränderung des Wasserdruckes und damit die Veränderung der Tag- oder Nachtstunden bewirkte, wird bei Vitruv (IX 8, 11 ff.) beschrieben. Er sah ungefähr so aus:

In dem Regulierbecken A B E F (Bild 7) ist in die Vorderseite (Bild 8) eine drehbare Metallscheibe wasserdicht eingesetzt, so daß sie sich in den Nuten der hinteren Wand B F M N vermittels des Griffes K drehen läßt. Der feststehende Kreis dieser Wand ist mit den Bildern des Tierkreises versehen, und zwar so, daß der Steinbock (Wintersonnenwende) unten steht (auf ihn deutet der kleine an der drehbaren Scheibe C befindliche Zeiger L), während der Krebs (Sommerwende) die höchste Stelle einnimmt. Der äußerste Ring ist mit 365 Teilstrichen, den Tagen des Jahres entsprechend, versehen, was in der Zeichnung weggelassen ist. Steht der Zeiger nun so, fließt das Wasser des Regulierbeckens durch das kleine Loch D mit dem stärksten Wasserdruck aus. Das Hauptbecken F G H I füllt sich alsbald und die kurzen Winterstunden werden vermittels des Schwimmers usw. rasch durchlaufen. Dreht nun der Wärter am folgenden Tag die Scheibe C und ihren Zeiger L etwas mehr nach rechts, d. h. nach dem Wassermann hin, was er vermittels einer auf dem äußeren Ring angegebenen Graduierung genau den einzelnen Tagen entsprechend bewerkstelligen konnte, so verringert sich der Druck im oberen Kasten entsprechend, und wenn der Zeiger unter dem Zeichen des Krebses steht (also im Sommersolstitium), ist das Ausflußloch D nach oben gerückt und der Druck am geringsten, die Stunden werden dadurch am langsamsten von dem Wasser im unteren Becken durchlaufen.

Ob dieser Regulator nun in dem Becken A B E F bereits reguliertes Wasser von der Leitung erhielt, oder ob darin die oben beschriebene Druckregulierung angebracht war, oder ob endlich der Wärter die Unregelmäßigkeit des Zulaufs nur durch das Augenmaß erkannte und an der Scheibe C durch Rechts- oder Linksdrehen abhalf, wissen wir nicht. Jedenfalls sieht man die Möglichkeit, eine möglichst vollkommene Regulierung bei genauester Präzisionsarbeit mit diesen Hilfsmitteln zu erzielen<sup>18</sup>.

P 876

### Vergleichsversuche mit dem Still- und Dieselmotor.

Vor etwa einem Jahre war der Still-Motor in der englischen Fachpresse Gegenstand lebhafter Erörterungen. Der Still-Motor ist bekanntlich ein Verbrennungsmotor, bei dem die Wärme der Auspuffgase zur Dampferzeugung verwertet und der Dampf zur Einwirkung auf den Motor Kolben gebracht wird. Eine amerikanische Schiffbau-Firma baute nun zur Erlangung von Vergleichswerten nacheinander in denselben Dampf einen Still-Motor und einen Diesel-Motor, Bauart Sulzer von 250 PS, ein, welche beide Motoren im Zweitakt arbeiten. Die Versuche wurden unter möglichst gleichen Bedingungen mit demselben Brennstoff durchgeführt. Nach den Angaben eines Mitgliedes obiger Firma gab die Sulzer-Maschine einen mittleren effektiven Druck von 90,6 Pfund pro Quadratzoll, während die Still-Maschine im Verbrennungszyylinder einen Druck von 90,0, im Dampfzylinder am oberen Ende einen solchen

von 9 und am unteren Ende einen solchen von 10 Pfund ergab. Der thermische Wirkungsgrad war bis 208 Umdrehungen i. M. bei der Sulzer-Maschine günstiger und betrug etwa 26 v. H. Von dieser Geschwindigkeit bis 243 Umdrehungen war der thermische Wirkungsgrad bei der Still-Maschine günstiger und erreichte bei 235 Umdrehungen den Höchstwert von 30,5 v. H. Über 243 Umdrehungen war der thermische Wirkungsgrad der Sulzer-Maschine günstiger. Bei der höchsten erreichbaren Geschwindigkeit von 250 Umdrehungen war der thermische Wirkungsgrad der Sulzer-Maschine etwas höher als der Höchstwert bei der Still-Maschine.

In Anbetracht der Tatsache, daß die Still-Maschine mit ihrer besonderen Ausrüstung und dem Dampfkessel 29 Tonnen, der Sulzer-Motor aber nur 25 Tonnen wog und in seiner Herstellung zweifellos erheblich billiger war, so ist die Still-Maschine nicht geeignet, den Diesel-Motor zu verdrängen.

Spb.

<sup>17</sup> Ein solcher Uhrwächter wird erwähnt bei der Stiftung einer antiken Uhr (mit Figuren) Dessau, Inscr. lat. sel. II 1, 5624 (Anney, Savoyen) horologium cum suo aedificio et signis omnibus et clatris (umgebendes Gitter) C. Blaesus C. fil. Voltinia Gratus ex HS n. X et eo amplius ad id horologium administrandum seruum HS n. IIII d. s. p. d.

<sup>18</sup> Die wasserdichte Einpassung der Scheibe C, ferner das genaue Ausprobieren der den Jahreszeiten entsprechenden Höhe des Ausflußloches D stellte hohe Anforderungen an den Techniker.

## Die Technik der Öle, Fette, Seifen und Wohlgerüche im Altertum\*.

### Die Gewinnung der Öle und Fette.

Während des ganzen Altertums stand die Kultur des Ölbaumes in hoher Blüte, lieferte er doch das zur Bereitung der Speisen, zum Füllen der Lampen, zum Bestreichen des Körpers, zu Zwecken der Reinigung, zur Herstellung von Parfümerien und kosmetischen Mitteln aller Art usw. so notwendige Öl, und zwar jene Sorte, die wir heute, wo wir über eine reichere Auswahl von Ölen verfügen, „Olivenöl“ nennen. Schon in sehr alten ägyptischen Urkunden sind der Ölbaum und das aus ihm gewonnene Öl erwähnt, man findet das Wort „tat“, das beide bezeichnet, bereits in den Aufzeichnungen der 8. Dynastie (also etwa 2300 v. Chr.). Auch die Denkmäler der 18. Dynastie (etwa 1550 v. Chr.) zeigen Darstellungen von Blättern und Früchten des Ölbaumes. In ägyptischen Königsgräbern der 20. Dynastie (1100 v. Chr.) hat man Zweige des Ölbaums und Kerne der Olive gefunden. Theophrast und Strabo erwähnen sein Vorkommen in Ägypten. Auch die Bibel erzählt von der Taube Noahs,



Bild 1. Herabschlagen der Oliven von den Bäumen mit Rohrstöcken. Griechisches Vasenbild. Berliner Museum. Antiquarium.

die mit dem Ölweig im Schnabel zurückkehrte, und heute noch stehen am Ölberge bei Jerusalem Bäume, die wohl schon zu Christi Zeiten dort gestanden haben dürften. In Griechenland war der Ölbaum, wie heute unbestritten feststeht, schon zu Homers Zeiten bekannt. Die Zahl der Schriftsteller, die seiner in späteren Zeiten Erwähnung tun, ist so groß, daß es unmöglich ist, sie alle aufzuzählen. Die Gewinnung des Öls aus

dem Ölbaume vollzog sich wohl bei allen Völkern des Altertums in der gleichen Weise. Aus Funden auf der Insel Thera scheint festzustehen, daß man die aus Ägypten oder dem Orient stammende Ölprelle später nach Griechenland verpflanzte. Nach den gleichen Verfahren wie das Olivenöl dürfte man auch die übrigen Öle gewonnen haben, insbesondere die wohlriechenden Salböle, die auch noch in späterer Zeit sowohl bei den Griechen wie bei den Römern vielfach aus dem Orient bezogen wurden.

Zur Gewinnung des Öls pflückte man die Früchte, wenn sie den richtigen Zustand der Reife oder vielmehr Unreife erreicht hatten. Heute gewinnt man insbesondere in Griechenland das Öl zuweilen aus den schon abgefallenen Oliven, die zudem schon teilweise in Gärung übergegangen sind. Infolgedessen ist es manchmal von schlechter Beschaffenheit. Es werden aber auch bessere Ölsorten aus noch nicht völlig reifen Früchten ausgepreßt. Auch im Altertum benützte man die unreifen Früchte, um für Speise- sowie für medizinische Zwecke ein besonders gutes, wohlschmeckendes und angenehm riechendes Öl zu erhalten. Dieses Öl wurde nach den Berichten des Dioscorides *ὀμφάκιον* genannt, weil es aus unreifen Früchten hergestellt war (*ὀμφάκιον* = unreifes Obst).

Die Früchte wurden, soweit man sie nicht pflücken konnte, mit Rohrstäben heruntergeschlagen, Bild 1. Dann kamen sie, indem wir in unserer Ausführung im wesentlichen den Angaben und Forschungen Blümmers folgen, in die Ölmöhlen, in denen sie zunächst zer-

quetscht wurden, um sie von den Kernen zu befreien. Hierzu bediente man sich einer Mühle, die ähnlich den zum Mahlen des Getreides dienenden gebaut gewesen zu sein scheint. Auf einem unteren feststehenden Steine wurde ein zweiter in der Mitte durchlocher und mit dem Loch auf einen senkrechten Zapfen gesteckt gedreht. Es waren jedoch auch noch andere Mühlen im Gebrauch, die aus einem Behälter mit darin sich drehenden senkrecht gestellten Steinen bestanden, die also jene Einrichtung darstellten, welche unsere heutige Technik als „Kollergang“ zu bezeichnen pflegt. Wann sie auftauchten, ist zweifelhaft; bei den Römern standen sie unter der Bezeichnung „trapeum“\* in Gebrauch. Die Griechen benutzten eine ähnliche Vorrichtung zum Kelnern des Weines, ob auch zum Ausquetschen des Öles, ist unbekannt. Das trapeum, von dem uns noch verschiedene Exemplare und Beschreibungen erhalten sind, besteht aus einem Trog,

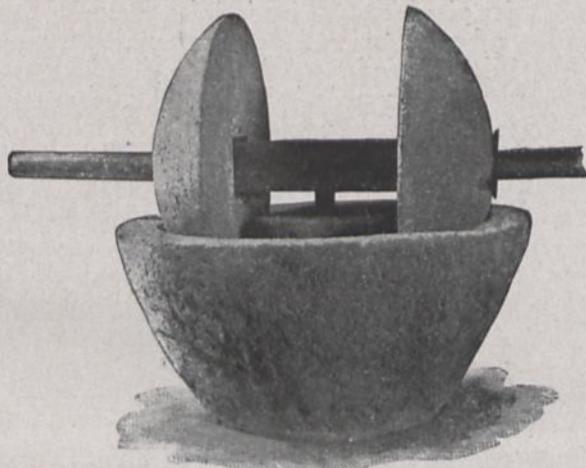


Bild 2. Kollergang (trapeum). Zum Auspressen des Öles. Gefunden in Broscoreale.

Bild 2, in dessen Mitte ein Sockel emporragt, der mit der Trogwandung zusammen aus einem einzigen Gesteinstück besteht. Aus der Mitte dieses Pfeilers geht ein eiserner Zapfen senkrecht nach oben, auf dem sich eine Querachse dreht. Die Querachse liegt auf dem Zapfen mit einer besonderen Büchse auf, die aus Holz hergestellt und mit Blechen beschlagen ist. Damit sich die Büchse nicht in die Höhe schieben und aus dem Zapfen gleiten kann, was bei Stockungen im Mörser sehr leicht möglich ist, ist der Zapfen oben zuweilen durchbohrt. Durch die Durchbohrung wird ein eiserner Bolzen hindurchgesteckt. Auf der wagerechten Achse sitzen nun zwei Quetschsteine, die derart plankonkav ausgestaltet sind, daß ihre ebene Seite dem Pfeiler zugewendet ist, während sich die konkave der entsprechend gerundeten Innenwand des Mörsers anpaßt. Auch die Quetschsteine waren durch eine mit Durchbohrungen versehene Büchse auf der an der entsprechenden Stelle gleichfalls durchbohrten Welle mittels eines Bolzens festgehalten. Manche dieser Kollergänge hatten in Form von Einlagen, die am Zapfen angebracht werden konnten, noch besondere Vorrichtungen, um die Steine höher und niedriger zu stellen. Die Befestigung der wagerechten Achse und die Ausgestaltung des Zapfens unterliegen mancherlei kleinen Abänderungen, so daß die gefundenen und beschriebenen Trapeten kleine Verschiedenheiten dieser Teile aufweisen. Die ganze Maschine mußte so eingerichtet sein, daß die Quetschsteine nur einen sanften Druck ausübten. Es sollten lediglich die Hülsen und das Fleisch zerdrückt

\* Aus dem interessanten und umfassenden Werk von Dr. Albert Neuburger, Die Technik des Altertums, mit freundlicher Genehmigung von R. Voigtländers Verlag in Leipzig entnommen.

\* Auch trapeum; die Bezeichnung schwankt, ebenso im Plural.

werden, die Kerne sollten ganz bleiben, Öl sollte noch nicht ausfließen. Deshalb existierten auch für jeden Einzelteil sehr genaue Maße, und zwar sowohl für größere wie für kleinere. Die Abmessungen derartiger Kollergänge hat Cato sehr sorgfältig angegeben, wie er überhaupt die Anfertigung der Ölquetschen bis in jede Einzelheit beschreibt. Außer dem „trapeum“ gab es noch eine Anzahl weiterer Vorrichtungen zum Zerquetschen der Oliven, über die wir jedoch nicht weiter unterrichtet sind.

Die aus dem Kollergang kommende, aus zerquetschten Oliven bestehende Masse wurde dann zunächst ausgelesen, um die Kerne zu entfernen. Dann erfolgte das Auspressen der kernlosen Früchte. Hierzu bediente man sich verschiedenartiger Vorrichtungen. Im Anfange wird man sie wohl in einen geflochtenen Korb gegeben und durch Beschweren mit Steinen ausgepresst haben. Das Öl lief

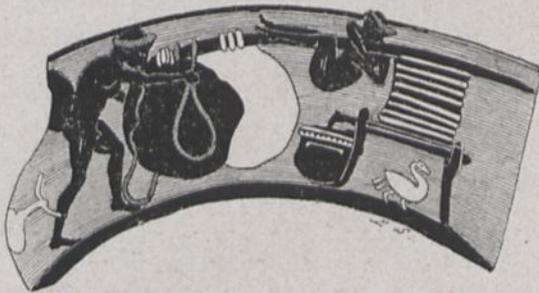


Bild 3. Ölpresse mit Preßbaum. Rechts ein Schemel, auf dem die Ölfrüchte mit Zwischenlagen aus Holzlatten oder durchlöchernten, vielleicht auch mit Rillen versehenen Holzscheiben (?) aufgeschichtet sind. Darüber der Preßbaum, der am freien Ende mit zwei Steinen beschwert ist und an dem ein Mann wuchtet, während ein zweiter durch sein Körpergewicht die Kraft des Hebelarms erhöht. Das Öl lief über die Außenseite der Schichten auf den mit einem Rand oder einer Vertiefung versehenen Schemel herab und von hier durch einen Hahn in ein Sammelgefäß. (Griechisches Vasenbild.)

zwischen dem Flechtwerk des Korbes heraus und wurde in einem daruntergestellten Gefäße gesammelt. Später werden die Einrichtungen vollkommener. Man legte die Masse oder das Flechtwerk, in dem sie sich befand, zwischen Holzlatten und schichtete mehrere Lagen solcher Latten mit dazwischengelegter Masse auf einem Untergestell auf. Oben wird dann ein langer Hebelbalken angebracht, der vorne mit großen, durch Stricke festgebundenen Steinen beschwert wird. Durch Hinaufklettern auf den Hebelbalken und Wuchten mit dem Körpergewicht wird die Wirkung erhöht. Das ausfließende Öl läuft auf das Untergestell und von hier — wahrscheinlich in Rinnen — nach einer größeren Ausflußrinne, deren Öffnung sich über einem Sammelgefäße befindet, Bild 3. Die gebräuchlichste Art der Ölpresse hat uns wiederum Cato (a. a. O.) beschrieben. Sie ist uns auch durch Funde erhalten. Zwei in den Fußboden eingetriebene hölzerne Pfeiler stehen dicht nebeneinander. Zwischen beiden ist in passender Höhe

ein langer wagerechter Balken, der Preßbaum, beweglich befestigt. Am vorderen Ende des Preßbaumes ist, wiederum zwischen zwei Pfeilern, eine Winde angebracht, durch die dieses Vorderende mit Hilfe von Stricken und Hebeln kräftig niedergezogen werden kann. Zum Heben des schweren Preßbaumes dienen gleichfalls die Winde und eine an der Decke des Kelterraumes befestigte Rolle bzw. ein Flaschenzug. Die entkernten Oliven werden — wiederum in einem Geflecht oder in einem Korb — auf ein Gestell gesetzt und mit einem Brette bedeckt, das den Zweck hat, den Druck des Preßbaumes gleichmäßig zu verteilen. Dann wird der Preßbaum mit Hilfe der Winden niedergezogen und dadurch ein sehr starker Druck auf die Olivenmasse ausgeübt. Diese Presse dürfte aus der noch einfacheren Wipresse hervorgegangen sein, bei der, Bild 4, der Preßbaum mit seinem einen Ende einfach in eine Auskehlung eines starken senkrechten Pfostens eingeklemmt war. Darunter ein wagerechter langer kanalförmiger Trog (daher vielleicht der Name canalis für solche Pressen?), in den die zu zerquetschenden Früchte kamen. Der Preßbaum ist mit Steinen beschwert und wird niedergewuchtet. Noch später kommt die Schraube auf.

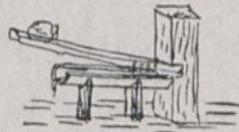


Bild 4. Wipresse.

Es entsteht eine neue Art der Öl-  
presse, bei der das auf den Oliven  
liegende Brett durch die Schraube  
gegen seine Unterlage gedrückt wird.  
Diese Presse dürfte im allgemeinen  
einer Tuch- oder Papierpresse ent-  
sprochen haben, nur scheint sie auch  
in einschraubiger Form verwendet

worden zu sein, wenigstens beschreibt Heron von Alexandria in seiner Mechanik eine solche Oliven-  
presse, die mit einer von Plinius geschilderten übereinstimmt. Daß man auch mit Steinen beschwerte Kisten zum Auspressen benutzte, geht gleichfalls aus Plinius hervor. In Herculaneum sowohl wie in Pompeji, im Hause der Vettier, aufgefundenen Wandgemälde zeigen Eroten, die gegen Keile schlagen, zwischen denen die auspressende Masse liegt. Als Widerlager und zum Zusammenhalten der wechselnden Schichten von Keilen und Ölmasse dient ein starkes Balkengerüst, Bild 5 und 6. In manchen Ölkeltereien war der Boden so eingerichtet, daß er das auf ihn fließende Öl aufnahm und es infolge seiner Neigung vertieft aufgestellten Behältern zuführte, aus denen es dann ausgeschöpft wurde, Bild 7.

In ähnlicher Weise gewann man auch das Öl der Nüsse, der Mandeln, des Sesam, verschiedener Palmarten, Mastixöl usw. Die Öle wurden dann, um sie zu konservieren, teilweise mit Salz versetzt, teilweise setzte man Gummi und Harz hinzu, um den Geruch festzuhalten. Eine Gewinnung reiner ätherischer Öle war, da man damals die jetzigen Destillationsverfahren noch nicht kannte, unmöglich. Auch sonst wurden noch alle möglichen Stoffe den Ölen zugemischt, wie Essig, Fenchel, Most, Honig usw.



Bild 5. Eroten bei der Ölbereitung. Wandgemälde im Hause der Vettier in Pompeji. Von links nach rechts: Verkauf, Ladentisch mit Toilettegegenständen, dahinter Schränkchen, daneben Ölkessel; dann Einrühren von Wohlgerüchen in das Öl, rechts die Keilpresse.

Bei den Römern gewann man den „sucus“, ein wohl nur selten verseifbares ätherisches Öl aus Blüten, sowie das „corpus“, das stets verseifbare Öl der Früchte, das zur Bereitung von Salben durch Zusatz von succus, also von Blütenöl, wohlriechend gemacht wurde. Außer dem Öle der Früchte verwendete man zur Salbenbereitung jedoch auch Tierfette, insbesondere das Wollfett (bei den Griechen *οἶσυπος* oder *οἶσυπον*, auch *οἶσύπη*, bei den Römern *oesypus* oder *oesypum* genannt). Das Wollfett war, nachdem es im Altertum sowohl in der Medizin wie in der Kosmetik

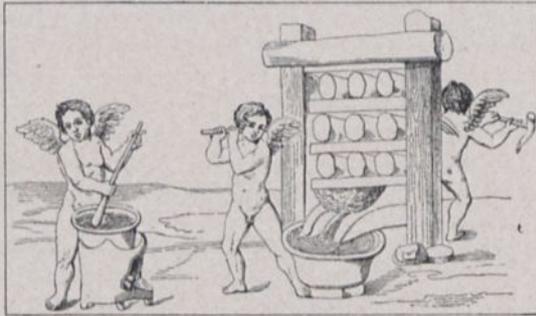


Bild 6. Keilpresse (zum Auspressen von Öl). Wandgemälde im Herkulanum.

eine wichtige Rolle gespielt hatte, dann Jahrhunderte lang vollkommen vergessen, bis es in neuerer Zeit von Liebreich wieder in die Medizin eingeführt und unter der Bezeichnung „Lanolin“ allgemein bekannt wurde. Seine Darstellung ist uns aus den Berichten des Dioscorides und des Plinius bekannt. Die beste Art der Bereitung war nach Plinius die folgende: Man gab die frisch geschorene Wolle in ein mit Wasser gefülltes ehernes Gefäß und erhitzte die Masse mit gelindem Feuer, kühlte sie darauf ab und sammelte das schwimmende Fett in einem ir-

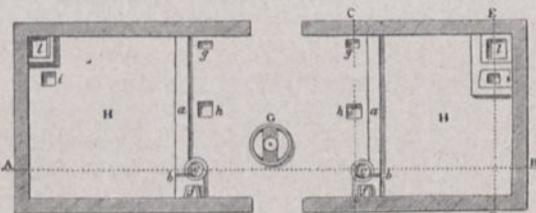


Bild 7. Ölkellerei in Stabiae (Grundriß). G: Kollergang (trapetum); g h i: Vertiefungen zur Aufnahme der Pfosten der Pressvorrichtungen; H: Große Behälter, die gegen die Mitte des Raumes durch Mauern a abgegrenzt waren und in denen sich das ausgepresste Öl sammelte. Der tiefste Punkt des geneigten Bodens liegt bei b, wohin das Öl abfloß, das dann durch Bleileitungen nach dem Sammelbehälter c gelangte, von wo es entnommen wurde; ff sind Postamente, auf die wahrscheinlich die Krüge gestellt wurden, in die man es aus c einfüllte und deren geneigte Oberfläche übergeegossenes Öl wieder nach e zurückfließen ließ.

denen Gefäße. Das wiederholte man noch einmal oder zweimal. Das abgeschöpfte Fett wurde dann gehörig ausgewässert, durch ein Tuch geseiht und so lange der Sonne ausgesetzt, bis es weiß und durchsichtig war. Diese Substanz, die am meisten geschätzt wurde, wenn sie aus der Wolle attischer Schafe bereitet war, galt als ein Heilmittel gegen mancherlei Übel. Außer dem Wollfette wurden auch noch andere tierische Fette, insbesondere Gänsefett, Butter usw., zu allen möglichen, besonders kosmetischen Zwecken benutzt.

#### Die Verwendung der Öle.

Die Verwendung der Öle und Fette geschah zunächst stets in dem Zustande, in dem sie durch die eben beschriebenen mechanischen Gewinnungsverfahren erhalten

worden waren. Eine chemische Spaltung durch Verseifung kannte man noch nicht. Da, wo sie vielleicht erfolgte, z. B. beim Waschen rohwohler Stoffe mit gefaultem Urin, wo also eine Spaltung des Wollfetts durch Ammoniak anzunehmen ist, wurde man sich ihrer nicht bewußt. Als das Spaltungsprodukt, die Seife, bekannt wurde, verwendete man sie zunächst nicht als Reinigungsmittel; wie die Reinigung der Gespinste und Gewebe geschah, ist in dem von diesen handelnden Abschnitte berichtet. Zur Reinigung des Körpers dienten verschiedenartige Reinigungsmittel: Bei den Juden Pottasche und Soda (Pinner), bei den Griechen Kleie, Sand, Asche und Bimsstein, bei den übrigen Völkern ähnliche Stoffe, des weiteren alle möglichen Salben und vor allem Öle, mit denen man den ganzen Körper einrieb, und deren Über-

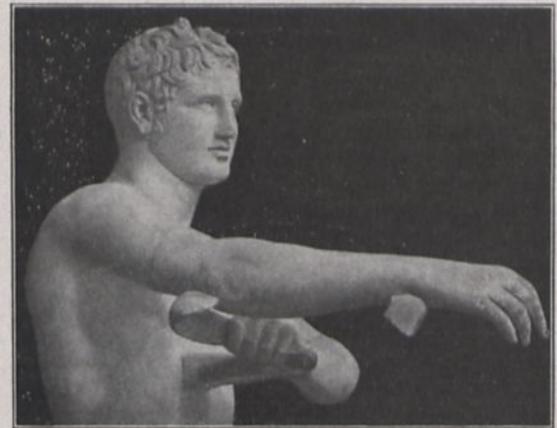


Bild 8. Der „Apoxyomenos“. Der „Schaber“, ein Athlet, der seinen Körper durch Einreiben mit Öl und nachfolgendes Abschaben mit dem Schabeisen reinigt. Marmorkopie nach einer Erzstatue des Lysippos. Vatikanisches Museum, Rom.

schuß man dann abkratzte (Bild 8) usw. Besonders wichtig als Reinigungsmittel aber waren die Bäder, deren Bereitung schon Homer beschreibt (Bad des Odysseus bei der Zauberin Kirke, Odyssee):

Aber die vierte Magd trug Wasser und zündete Feuer Unter dem großen Dreifuß an, das Wasser zu wärmen. Und, nachdem das Wasser im blinkenden Erze gekocht, Führt sie mich in das Bad und strömt aus dem dampfenden Kessel

Lieblieh gemischtes Wasser mir über das Haupt und die Schultern

Und entnahm den Gliedern die geistentkräftende Arbeit. Als sie mich jetzo gebadet und drauf mit Öle gesalbet ...

Die Seife selbst soll nach Plinius eine Erfindung der Gallier sein, die sie aber gleichfalls nicht als Reinigungs-, sondern als Verschönerungsmittel für die Haare anwandten. Sie wurde aus Fett, besonders Ziegenfett und Asche (Pottasche), vor allem Buchenholzasche, hergestellt, wobei in der Tat eine Verseifung des Fettes erfolgt. Plinius erwähnt zwei Arten von Seife, eine härtere und eine weichere. Eine Rotfärbung des Haares, wie Plinius angibt, trat durch den Gebrauch der Seife allein wohl kaum ein.

Die Seife dürfte zunächst auch in Rom lediglich als Mittel zur Haarpflege sowie für arzneiliche Zwecke angewendet worden sein. Galen (131—201 n. Chr.) erwähnt zum erstenmal, daß die Seife zum Waschen diene. Er gibt der deutschen Seife den Vorzug, dann folge die gallische. Sie wirke, wie er berichtet, erweichend

und werde benutzt, um Schmutz von Körper und Kleidern wegzunehmen. Der Unterschied zwischen harter und weicher Seife, den Galen macht, und den auch Plinius (a. o. O.) bereits andeutet, rührt daher, daß die deutsche Seife als mit Buchenholzasche hergestellte Kaliseife weicher ausfiel. Die gallische Seife, die mit der natronhaltigen Asche von Seepflanzen bereitet wurde, war eine Natronseife und infolgedessen hart. Auch der Arzt Serenus Sommonicus, der im dritten Jahrhundert n. Chr. lebte und Leibarzt des Kaisers Septimius Severus war, erwähnt die Seife als Reinigungsmittel, allerdings in einem Gedicht, das von der Behandlung verschiedener Krankheiten spricht, so daß mehrfach geäußerte Zweifel berechtigt erscheinen.

Unendlich groß ist die Zahl der Produkte, die man außer der Seife im Altertum aus Ölen und Fetten herstellte. Schon die Ägypter bereiteten die verschiedenartigsten Salben, indem sie Öle und Fette, deren Schmelzpunkt ein Erstarren bei gewöhnlicher Temperatur zur Folge hatte, mit Wohlgerüchen der verschiedensten Art vermengten, die wohl fast durchweg aus Pflanzenölen bestanden. Beliebt waren bei fast allen Völkern des Altertums die Wohlgerüche des Baumöls, des

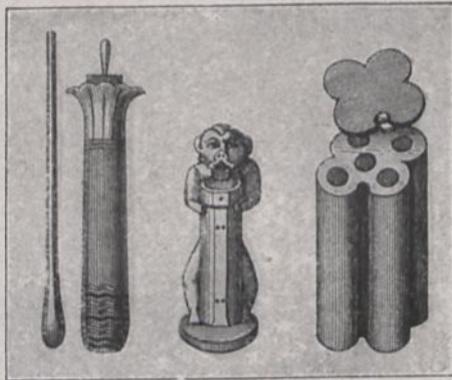


Bild 9. Ägyptische Schminkgefäße.  
Links Schminkstab zum Entnehmen der Schminke.

Rosenöls, des Mandelöls, von Kalmus, Zimmet, Cassia, Ladanum, Weihrauch, Narde, Sesam, Lorbeer, Majoran, Lilie, Isis, Granate, Zyprus, Amaravum, Malabathrum, Honig, Onanthe, Koniferenharze usw. (z. T. nach Galen). Außer in Form von Salben wendete man die Wohlgerüche auch noch in der von Ölen sowie als Pulver an. Der in Rom beliebteste Wohlgeruch war das „Sussineum“, bestehend aus Lilien, Bohnenöl, Honig, Zimt und Safran (Plinius). Im alten Aquileja hat man ein Parfüm ausgegraben, dessen Analyse durch Majoronica ergab, daß es ein aus der kretischen Cistrose (Cistus cretinus) gewonnenes Harz war.

Ganz besonders waren im Altertume Schminken beliebt. Man schminkte sich bei allen alten Völkern, und die Verse, mit denen der Spötter Martial die Römerin verhöhnt, galten wohl für alle Frauen des Altertums (nach Oberbreyer):

„Galla, dein Putztisch flickt dich aus hundert Lügen zusammen,  
Während in Rom du lebst, rötet am Rhein sich dein Haar,  
Wie dein Seidengewand, so hebst du am Abend den Zahn auf,  
Und zwei Drittel von dir liegen in Schachteln verpackt.  
Wangen und Augenbrauen, womit du Erhörung uns zu winkst,  
Malte der Zofe Kunst, welche dich morgens geschmückt.

Darum kann kein Mann zu dir: Ich liebe dich! sagen;  
Was er liebt, bist nicht du; was du bist, liebet kein Mann.“

Bei den Ägyptern gab es schon eine richtige Schminkenfabrikation, die nachweisbar 4400 Jahre zurückreicht. Auch damals wurden schon Stangenschminken hergestellt, die wahrscheinlich Fettschminken waren, obschon sich das Fett nicht mehr nachweisen ließ, da es sich im Laufe der Jahrtausende zersetzt hatte. Man goß diese Fettschminke in die hohlen fingerdicken Stengel von Gramineen, die unterhalb eines Knotens abgeschnitten waren, so daß dieser Knoten als Verschluss des einen Endes diente. Das benutzte Fett war vielleicht Wollfett, vielleicht aber bestand es auch aus Olivenöl. Darauf läßt die sorgfältige Umhüllung mit Pflanzenfasern und Gräsern schließen, in die die Stangenschminke eingewickelt war. Außerdem bewahrte man die Schminke in Töpfen von gebranntem Ton sowie in Gefäßen von Alabaster, Elfenbein usw. Pastenähnliche Schminken wurden in Blätter eingepackt, wenigstens zeigten einzelne Funde Eindrücke von Dikotyledonenblättern. Altägyptische Schminken sind in zahlreicher Menge analysiert worden. So hat A. v. Baeyer mehrere aus Mumiengräbern zu Achim stammende schwarze Schminken, die zum Färben der Augenlider und Augen-



Bild 10. Löffel für Schminken oder Salben. Aus grünglasiertem Stein; auf dem Griff: schwimmende Frau zwischen Lotosblumen. Länge 7,8 cm. Berliner Museum, Ägyptische Abteilung.

brauen dienten, untersucht und gefunden, daß sie aus einem Gemenge von Schwefelblei und Kohle bestehen und jedenfalls durch Glühen von schwefelsaurem Blei mit Kohle hergestellt wurden. Er glaubt, daß die Ägypter zur Herstellung des erforderlichen Bleivitriols das ihnen bereits bekannte Blei durch Erhitzen an der Luft in Bleiglätte überführten, diese in Essig lösten und daraus durch Zusatz von Alaun Bleisulfat ausfällten. Durch Glühen des letzteren mit Kohle erhält man, wie Baeyer durch eigens angestellte Versuche nachwies, ein mit den untersuchten Schminken gleiche Eigenschaften zeigendes Produkt. Eine ebenfalls von Baeyer untersuchte, dem Britischen Museum gehörige grüne Schminke bestand aus Grünspan und etwas Harz. Salkowski fand bei seinen Analysen derartiger Schminken ebenfalls fast stets Schwefelblei, in einer einzigen Schminke Braunstein. Russel glaubt, daß das ebenfalls häufig in schwarzen Schminken nachgewiesene Mineral Bleiglanz, das sich in Ägypten selbst nicht vorfindet, aus Ispahan stammt; in allen diesen untersuchten Proben wurde niemals Antimon gefunden, obgleich durch Berthelots Untersuchungen feststeht, daß es die Ägypter gekannt haben mußten.

Später haben der bekannte Ägyptologe Ebers sowie A. Wiedemann dem Universitätslaboratorium zu Erlangen je eine Serie von Schminken übergeben, welche von W. M. Flinders Petrie aus Gräbern in der Nähe von Illahûn, Kahûn und Gurob ausgegraben wurden.

Die Schminken selbst waren entweder feine Pulver von verschiedener Farbe, die unterm Mikroskop schwarze Kristalle des regulären Systems, Quarzkörner, Pflanzenreste, grüne und rote Kristallsplitter erkennen ließen, oder sie waren zu fingerdicken, zylindrischen Stangen geformt, die infolge der Jahrtausende dauernden Austrocknung bedeutende, oft bis zur Mitte sich erstreckende Längsrisse aufwiesen. Mit welchem Bindemittel diese letztere Art von Schminken zubereitet war, konnte nicht festgestellt werden, da sich natürlich auch hier Fette im Laufe der Zeiten zer-

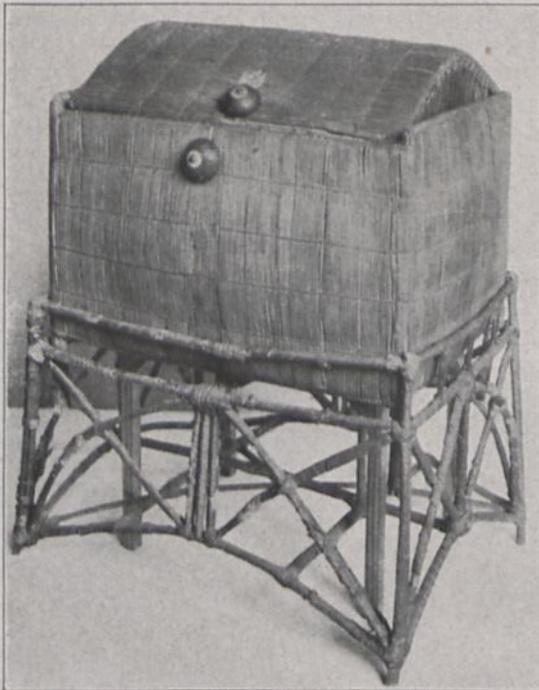


Bild 12. Ägyptischer Toilettekasten aus Schilf (um 2000 v. Chr.). Höhe 0,34 m, Breite 0,20 m, Länge 0,27 m. Berliner Museum, Ägyptische Abteilung.

setzt haben würden und Harze nicht nachweisbar waren. Die Analyse der mineralischen Bestandteile ergab, daß zu schwarzen Schminken meist Bleiglanz, in selteneren Fällen Antimonglanz verwendet wurde. Da sich nebenbei fast immer noch schwefelsaures Blei, oft in nicht unbeträchtlichen Mengen vorfand, so ist die Annahme nicht ungerechtfertigt, daß der Bleiglanz entweder schwach geröstet wurde, oder sich unter Einwirkung eines feuchten Bindemittels oxydierte. Die erwähnten beiden Erze finden sich in Ägypten nirgends vor und sind deshalb wahrscheinlich aus den großen Erzlagerstätten Indiens über Arabien bezogen worden.

Auch Pyrolusit (Braunstein) fand zuweilen Verwendung, jedoch nur selten für sich allein; ebenso finden sich Kupferoxyd, aus dem Karbonat durch Glühen dargestellt, sowie Eisenoxyduloxyd verhältnismäßig selten. Zur Herstellung brauner Schminken dienten stark eisenhaltige Tone. Die grünen Schminken sind entweder Glasflüsse oder auch natürlich vorkommende Silikate, die fein gepulvert und mit basischem Kupferkarbonat gemengt wurden. Diese grünen Schminken dienten außer als Mittel gegen Augenkrankheiten nach Hille wahrscheinlich auch dazu, um das Weiße des Auges zu färben, doch dürfte es sich wahrscheinlich nur um ein Bemalen des Augenrandes gehandelt haben. Das zum Schminken der Fingernägel dienende Orangerot wurde aus der Hennapflanze (*Lythraceae Lawsonia inermis* L.) bereitet. Das aus ihren Blättern, Stengeln und Blüten gewonnene grobe Pulver findet sich in zahlreichen altägyptischen Gräbern. Da sich der Saft erst

auf Zusatz von Alkali orangerot färbt, so wurde zur Hervorbringung der Färbung wahrscheinlich Soda oder gebrannter Kalk verwendet.

Im Gegensatz zu der Vielseitigkeit der Ägypter kannten die Juden nur eine einzige Schminke, nämlich den Grauspiefäglanz, der dazu diente, dem Auge mehr Glanz und Feuer zu verleihen. Diese Schminke wurde „Puch“ genannt und ist erwähnt in Jerm. 4, 30: „Und wenn du aufreißest durch Puch deine Augen.“ Es ist anzunehmen, daß dieser Grauspiefäglanz (Schwefelantimon  $Sb_2S_3$ ) durch Karawanen aus Arabien gebracht wurde (Pinner).

Die Griechen, bei denen übrigens die Pflege des Körpers mehr durch Gymnastik als durch Kosmetik erfolgte, bemalten in ihrer vorklassischen Zeit den ganzen Körper. Als rote Schminke dienten später verschiedene der bei den Farben erwähnten roten Pflanzenauszüge, noch später wurde Zinnober verwendet. Die weiße Schminke war

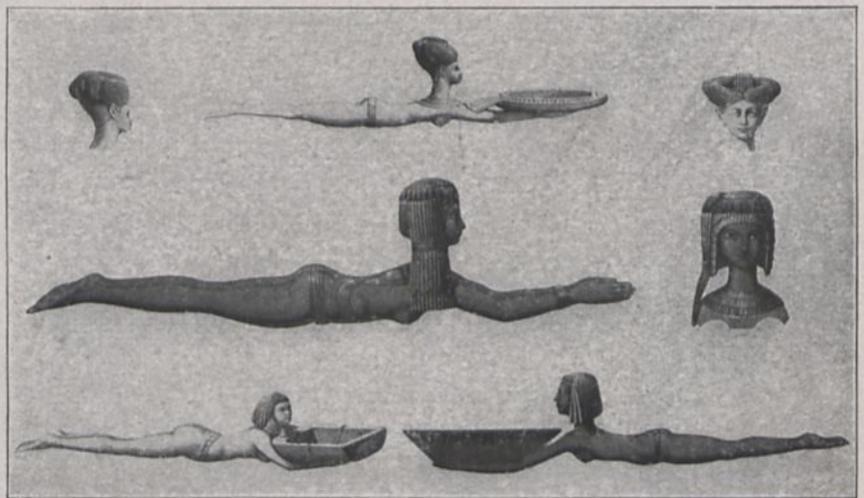


Bild 11. Halter (ägyptisch) für Wohlgerüche, Schminken, Parfüm, Tische usw.

Bleiweiß. Sie wurde, wie athenische Gräberfunde aus dem 3. Jahrhundert v. Chr. ergaben, in Form von runden Tabletten in den Handel gebracht. Als Enthaarungsmittel diente Auripigment  $As_2S_3$  (*Rhousopoulos*).

Ihre höchste Ausbildung erreichte die Kunst des Schminkens und damit auch die Fabrikation der Schminken bei den Römern. Als weiße Farbe dienten zerriebener Krododilmist, Erde von Chios, Kreide, vor allem aber auch Bleiweiß. Als rote wurden Rötel, Zinnober, Mennige und Orseille verwendet. (Martial: „Lycoris, deren Gesicht eine schwärzere Farbe hat als die Maulbeere, wenn sie vom Baume fällt, dünkt sich schön, wenn sie das Gesicht mit Bleiweiß bedeckt.“) Dioscorides und Plinius erwähnen, daß alle Bleipräparate (also auch die Schminken) giftig sind, eine Erkenntnis, die aber ihrer Verwendung keinen Eintrag getan zu haben scheint. Die schwarze, zum Nachziehen der Augenbrauen dienende Schminke war entweder Ruß oder Blei oder gepulverter Spiefäglanz (Schwefelantimon  $Sb_2S_3$ ). Diese kostbare, übrigens auch schon in altägyptischer Zeit verwendete Schminke wurde damals schon oft mit Schwefelblei gefälscht (Robert). Ganz raffinierte Damen verwendeten teurere Schminken, die aus der Asche von Dattelkernen, Narde oder gebrannten Rosenblättern bereitet wurden. Im übrigen schminkten sich auch die Männer Roms, allerdings nur bei besonderen Gelegenheiten. Das Gesicht des Triumphators, der in der Hauptstadt einzog, wurde mit Mennige rot bestrichen. Sonst beschränkte sich der Schmuck der Männer meist auf das Tragen von Schönheitspflasterchen (*splenia*). Das Haar wird schwarz oder blond

gefärbt: schwarz mit den eben erwähnten Mitteln oder mit Blutegeln, die längere Zeit in einem irdenen Topfe zusammen mit Wein und Essig gefault hatten. Blond bzw. rot färbte man mit der aus Deutschland bezogenen Seife, die in Form von Kugeln verkauft wurde. Es dürfte sich wohl um Seife gehandelt haben, die freies Alkali-karbonat enthält und die zusammen mit Henna zum Rotfärben des Haares verwendet wurde. Martial nennt diese Kugeln „Mattiakugeln“, nach dem germanischen Orte Mattium, wo sie hergestellt wurden. Man nimmt an, daß damit das heutige Marburg gemeint war. Ovid klagt, daß dieses Haarfärbemittel schädlich war. Wahr-

scheinlich hat ein darin vorhandener Überschuss an Alkali das Haar zerstört. Daß man auch unschädlichere färbende Pomaden herzustellen verstand, beweist die Analyse einer solchen bei Ticino ausgegrabenen, die sich noch unversehrt in ihrem Aufbewahrungsgefäß befand. Sie bestand nach Reutter aus einem Gemisch von Bienenwachs mit Fett, dem Storaxharz und Terpentinöl zugesetzt waren. Die Gegenwart von weinsauren Salzen läßt auf ein Anfeuchten mit Wein schließen. Die gelbe Farbe war durch Zusatz von Henna erzeugt. Es handelte sich also um eine Pomade zum Blondfärben des Haares. In den Zeiten des höchsten Luxus puderte man das Haar mit Goldstaub. P 866

## Von der Zertrümmerung des Atoms.

Wenn wir ehrlich sein wollen, dann müssen wir den viel verlästerten Alchimisten des Altertums und des Mittelalters mancherlei abbitten, denn so ganz und gar auf dem Holzwege scheinen sie doch nicht gewesen zu sein, und wenn manche unter ihnen, da es doch ganz grausam schwer war, aus Blei das vielbegehrte Gold zu machen, auf allerlei, auch im damaligen Sinne nicht gerade sehr wissenschaftliche Kunststückchen und faule Zauber verfallen sind, dann müssen wir das einesteils wohl nicht ganz mit dem Maßstabe unserer Zeit messen wollen und andernteils werden wir es auch bis zu einem gewissen Grade für menschlich, allzumenschlich ansehen müssen.

Die alten Alchimisten aber in Bausch und Bogen als teils Narren, teils Schwindler abtun, das dürfen wir heute doch wohl nicht mehr, denn auf dem gleichen Wege wie sie, auf dem Wege, auf welchem man dazu kommt, aus Blei Gold zu machen, auf diesem Wege wandelt heute auch die neuzeitliche Wissenschaft, wandeln sehr, sehr ernst zu nehmende Leute, wie Rutherford und Bohr und sind Leute wie Helmholtz und die beiden Curie gewandelt. Aus Blei und anderen Stoffen Gold machen, das wollten die alten Alchimisten, sie konnten's nicht, weil ihnen die dazu erforderlichen Hilfsmittel fehlten, weil sie den „Stein der Weisen“ nicht fanden; nach den heute gültigen wissenschaftlichen Anschauungen würden sie es aber tatsächlich gekonnt haben, wenn sie ihn gefunden hätten, diesen „Stein der Weisen“, den wir auch heute noch nicht gefunden haben, von dem wir uns noch nicht einmal eine rechte Vorstellung machen können, wenschon wir wissen, daß er etwas anders aussehen muß, als die Alchimisten glaubten.

Dieser „Stein der Weisen“ ist nämlich, oder besser gesagt, er wird sein das Mittel zur Zertrümmerung, zur Teilung des Atoms; Wenn die Menschheit dieses Mittel gefunden haben wird, dann kann sie aus Blei Gold machen und dann kann sie noch viel mehr, dann kann sie — immer natürlich mit dem bekannten Körnchen Salz und, soweit menschliche Voraussicht reicht — Dinge, von welchen die alten Alchimisten nicht geträumt haben und nicht träumen konnten.

Wenn man's einmal ganz roh betrachten will, dann ist also der Unterschied zwischen den alten Alchimisten und den neuen, den Vertretern unserer heutigen Wissenschaft, insonderheit den Atomtheoretikern, gar nicht so sehr groß. Jene ahnten wohl die Einheitlichkeit des Stoffes, die Möglichkeit der Umwandlung des einen in den andern, aber die Umwandlung vollziehen, das konnten sie nicht. Unser heutiges Wissen über das Atom ist über das Ahnen hinaus, wir können aus der neueren Forschung wenigstens mit einem gewissen Grade von Sicherheit die Erkenntnis schöpfen, daß es einst möglich werden wird,

was die alten Alchimisten auch schon für möglich ansahen. Die neuen Alchimisten wissen mehr, im Können sind sie aber den Alten nicht weit voraus.

Angesichts des Umstandes aber, daß die neuere Wissenschaft die Einheitlichkeit des Stoffes, die Möglichkeit der Zertrümmerung des Atoms und damit die Möglichkeit Blei in Gold zu verwandeln und, darüber an wirtschaftlicher Bedeutung weit hinausgehend, die Möglichkeit, die bei der Atomzertrümmerung voraussichtlich frei werdenden Energiemengen zu nutzen, behauptet, kann es nicht Wunder nehmen, daß auch heute Leute auftreten, die ganz nach Art jener, na sagen wir, weil sich's doch um Zeitgenossen handelt, etwas weniger ernst zu nehmenden Alchimisten behaupten, den von der Wissenschaft als möglich und auffindbar angesehenen „Stein der Weisen“, zu deutsch das Mittel zur Zertrümmerung des Atoms, bereits gefunden zu haben, die behaupten, daß ihnen die Zertrümmerung des Atoms schon gelungen sei, und daß sie die von der Wissenschaft vorausgesehenen Folgen dieser Zertrümmerung schon heute ausschöpfen und nutzbringend verwerten können.

Daß es solche Leute gibt, das haben wir in den letzten Wochen aus den Tageszeitungen ersehen können. Halten wir uns zunächst einmal bei deren höchst schwungvollen Jubelhymnen über den oder die „Retter der Menschheit“ nicht auf, sehen wir lieber einmal zu, wie die Dinge in Wirklichkeit liegen und auf Grund welcher wissenschaftlicher Erkenntnisse und Hypothesen die Behauptung von der schon gelungenen Zertrümmerung des Atoms aufgestellt werden konnte.

Nach der heutigen Anschauung, die als unbedingt richtig und endgültig noch durchaus nicht angesehen zu werden braucht, wenn sie auch wissenschaftlich recht gut gestützt erscheint, ist ein Atom nicht mehr als das kleinste, aber einheitliche, existenzfähige Teilchen eines elementaren Stoffes, eines der etwa 90 Elemente zu betrachten, wie man bis vor nicht allzulanger Zeit noch annahm, sondern wir müssen uns ein Atom gewissermaßen als ein unendlich kleines Sonnensystem vorstellen, als ein nicht einheitliches, sondern aus verschiedenen Körpern und verschiedenen Stoffen zusammengesetztes Etwas, dessen unser Denkvermögen fast übersteigende Kleinheit — den Durch-

messer eines Heliumatoms hat man zu  $\frac{1,7}{100\ 000\ 000}$  cm berechnet — das Herrschen strenger Regeln in bezug auf Aufbau und Bewegung nicht ausschließen kann. Denn das Atom ist nicht nur selbst beweglich, innerhalb des Atoms bewegen sich, auf diesem unendlich kleinen Raume, auch seine einzelnen Teile nach ganz bestimmten, schon ziemlich weit durchforschten Regeln und Gesetzen. Das Atom enthält einen positiv elektrisch geladenen Kern, dessen Zusammensetzung noch etwas problematisch er-

scheint, und um diesen Kern herum bewegen sich, wie die Planeten um die Sonne, in elliptischen oder Kreisbahnen ganz bestimmten Umfanges und mit ganz bestimmter, sehr großer Geschwindigkeit Elektronen, negative Atome der Elektrizität.

Verschieden und charakteristisch für das einzelne der 90 Elemente sind bei diesem für alle Elemente gleichartigen Aufbau des Atoms Anzahl und Anordnung bzw. Bahn und Geschwindigkeit der um den Kern kreisenden Elektronen, sowie die Zusammensetzung des Kerns, welche letzterer aber vielleicht bei allen Atomen auch gleichartig oder doch ziemlich gleichartig zusammengesetzt ist. Als mindestens möglich muß angesehen werden, daß der Kern bei den Atomen aller Elemente aus Helium und Elektronen besteht.

Wenn dem aber so ist — ich betone nochmals, daß wenigstens ein Teil dieser Anschauung den Charakter des Hypothetischen noch nicht ganz verloren hat —, aber wenn der skizzierte Aufbau des Atoms richtig ist, dann muß man, wenn man die geeigneten Hilfsmittel dazu hat, das Atom des einen Elementes in das Atom eines anderen umwandeln können, indem man die Zahl, die Anordnung, die Bahn und die Geschwindigkeit der um den Kern kreisenden Elektronen verändert und, wenn nötig, auch

merung des Atoms als gelungen betrachten, dürfen wir die gleichsam als Geschosse auf die Stickstoffatome geschleuderten, elektrisch geladenen Heliumatome als das geeignete Mittel zu dieser Zertrümmerung, als den endlich gefundenen „Stein der Weisen“ ansehen? Keinesfalls, denn wenn es angesichts der gewaltigen Bedeutung von Rutherfords Entdeckung nur sehr bedingt richtig ist zu zitieren: Ein großer Aufwand schmachlich ward vertan, so ist es doch jedenfalls insofern durchaus richtig, als die in den  $\alpha$ -Strahlen aufgewendete Energie zu dem erreichten Erfolge der Zertrümmerung einiger weniger Atome — oder war es vielleicht gar nur eine sehr wenig tiefgehende, mehr äußerliche Beschädigung, die als Zertrümmerung gar nicht angesprochen werden kann? — in einem krassen Mißverhältnis steht, ganz abgesehen davon, daß das Verfahren außerordentlich mühsam und für technische Anwendung in größerem Maßstabe schon deshalb nicht geeignet erscheint, weil es an den nötigen Mengen Radium und anderer radioaktiver Stoffe fehlt.

Immerhin, ein gewisser Anfang mit der Zertrümmerung des Atoms scheint gemacht, und wir dürfen uns freuen, daß es gelungen ist, wenn nicht „mit Hebeln und mit Schrauben“ so denn doch mit Radium den Schleier wieder um ein kleines Zipfelchen zu lüften, in den die Natur sich



Bild 1. Wahrscheinlicher Aufbau eines neutralen Wasserstoffatoms. Das eine Elektron umkreist den Kern in einem Abstande von  $R_1 = \frac{0,55}{100\,000\,000}$  cm und mit einer Umlaufzahl  $U_1 = 6\,200\,000\,000\,000\,000$  in der Sekunde.

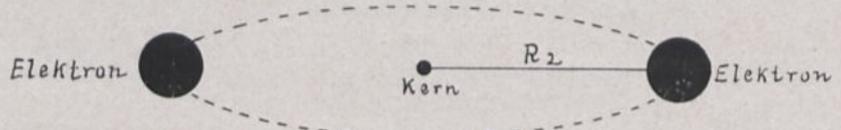


Bild 2. Wahrscheinlicher Aufbau eines negativ geladenen Wasserstoffatoms.  $R_2 = 1,33 \times R_1$   $U_2 = 0,563 \times U_1$ .

Änderungen an der Zusammensetzung des Kerns vornimmt.

Daß diese Möglichkeit der Umwandlung des Atoms des einen Elementes in das eines andern und damit die Möglichkeit, ein Element in ein anderes, beispielsweise Blei in Gold zu verwandeln, vorliegt, das darf man wohl als durch die Ergebnisse der Radiumforschung erwiesen, mindestens aber als außerordentlich wahrscheinlich gemacht ansehen. Wir wissen mit Sicherheit, daß das Radium sich von selbst, d. h. ohne menschliches Zutun, ohne den „Stein der Weisen“ also, verändert, sich in andere Elemente umwandelt, wobei es Helium und Elektronen, sowie Wärme abgibt, und diese Umwandlung des Radiums ergibt schließlich, soweit wir heute sehen können, das Element Blei.

Angesichts dieses Verhaltens des Radiums liegt nun der Gedankengang ziemlich nahe, daß das, was das Radium freiwillig tut, andere Elemente wohl auch tun würden, wenn man ihrem anscheinend mangelnden guten Willen durch einen mehr oder weniger sanften oder kräftigen Zwang nachhelfen würde. Bleibt nur die Frage, ob, wie und mit welchen Mitteln, mit welcher Art von „Stein der Weisen“ man diesen Zwang ausüben kann.

Diese Frage ist nun noch keineswegs gelöst und allem Anschein nach von ihrer Lösung auch noch recht weit entfernt. Zwar ist es Rutherford vor kurzem gelungen, aus einer viele Milliarden großen Zahl von Stickstoffatomen ein paar vereinzelte in Wasserstoffatome zu verwandeln, indem er den Stickstoff mit sogenannten  $\alpha$ -Strahlen bearbeitete, den durch den Magneten nach links ablenkbaren Strahlen radioaktiver Stoffe, die positiv geladene Heliumatome enthalten. Dürfen wir deshalb aber die Zertrüm-

hüllt, und diejenigen unter unseren Zeitgenossen, die Talent haben zu dem Glauben, daß der Menscheit die Natur mehr und mehr „beherrschen“ lernt, die haben sogar allen Grund stolz zu sein. Damit sollten wir's aber auch genug sein lassen und sollten uns hüten, das hinsichtlich der Erkenntnis über den Bau des Atoms und die Möglichkeit seiner Zertrümmerung Erreichte zu überschätzen. Wir stehen jedenfalls erst am Anfang eines Weges, der vielleicht als sehr aussichtsreich angesehen werden darf und der vielleicht auch einmal dazu führt, die bei der Zertrümmerung der Atome sehr wahrscheinlich frei werdende Energie — das verfallende, sich umwandelnde Radium gibt sie, wie oben gesagt, in Form von Wärme ab — für die Menschheit nutzbar zu machen. Voraussichtlich handelt es sich dabei um ganz gewaltige Energiemengen; wenn wir die Atome eines Kilogramms Steinkohle oder auch eines anderen Stoffes zertrümmern könnten, würden wir über 20 Billionen Kalorien vermutlich frei machen und vielleicht nutzen können, während wir bei der Verbrennung von 1 kg Steinkohle deren nur etwa 7000 erhalten. Gerade die gewaltige Größe der bei der Zertrümmerung des Atoms vielleicht frei werdenden Energiemengen, hat vor einiger Zeit Oliveron Lodge veranlaßt, die Hoffnung auszusprechen, daß das Problem auf längere Zeit hinaus noch ungelöst bleibe, weil die Menschheit noch nicht reif sei, solche Energieschätze zu ihrem Wohle zu verwalten, weil die Gefahr bestände, daß die Zertrümmerung des Atoms, wenn sie heute gelänge, mit einer Zertrümmerung der ganzen Menschheitskultur, mit dem Untergang des Lebens auf der Erde gleichbedeutend sein würde. Allzu große Sorge wird man sich in dieser Beziehung noch nicht zu machen brauchen, denn selbst von allen wenn und aber, vielleicht, voraussichtlich, vermutlich und wahrscheinlich abgesehen, an die Nutzung dieser Energie können wir doch

erst denken, wenn wir das Atom zertrümmern können und das können wir, trotz Rutherford, noch nicht, den „Stein der Weisen“ haben wir noch nicht gefunden!

Allerdings mußten wir lesen — ich zitiere aus einem großen Berliner Blatte —, „daß ein deutscher Ingenieur in rastlosem Fleiße und mit zäher Energie einen Apparat konstruiert hat, der auf der Grundlage der Atomzerstörung aufgebaut ist und bereits durch Erzeugung sehr starker (!) Energie von etwa 10 Kilowatt Dauerleistung praktische

Notar beglaubigt, daß dem Apparat bei einer Vorführung kein fremder Strom zugeführt wurde.

Um zum Ernst der Sache zurückzukehren, muß gesagt werden, daß solche Dinge nicht von einem Notar, sondern von namhaften Physikern und Elektrikern begutachtet werden müßten, ehe man derartige Berichte in der Tagespresse auf die Menschheit losläßt. Ehe solche Gutachten vorliegen — und davon verlautet noch gar nichts —, muß man dem „Atomzertrümmerer“ sehr skeptisch gegen-

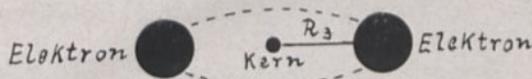


Bild 3. Wahrscheinlicher Aufbau eines neutralen Heliumatoms.  
 $R_3 = 0,571 \times R_1 \cdot U_3 = 0,75 \times U_1$ .

Bedeutung erlangt hat. „Und weiter erfahren wir, daß der Apparat ‚ungefähr die Größe einer Klavierbank hat‘ und geeignet ist, unser ganzes Wirtschaftsleben gesund zu machen und uns frei zu machen von der bisherigen Energiequelle, der Kohle. Es wird ein Segen für die Menschheit werden, wie er seit Jahrhunderten nicht über sie gekommen ist!“

Wenn man dann weiter las, daß die Kilowattstunde der aus der Atomzertrümmerung stammenden elektrischen Energie nur  $\frac{1}{50}$  Pfennig kosten würde, dann konnte man auf den Gedanken kommen, daß es hohe Zeit sei, etwaige Kohlenbergwerksaktien und Kuxe zu verkaufen, und wer aus der Mitteilung, daß aus patentrechtlichen Gründen irgendwelche nähere Angaben über den Wunderapparat nicht gemacht werden können, etwa einigen Grund zur Unsicherheit herausfühlen wollte, der mußte sogleich beruhigt werden, wenn er weiter las, daß ein Justizrat und

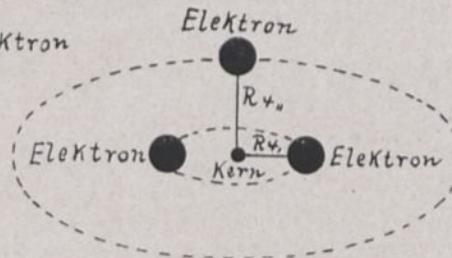


Bild 4. Wahrscheinlicher Aufbau eines neutralen Lithiumatoms.  $R_{4'} = 0,362 \times R_1 \cdot R_4 = 1,182 \times R_1 \cdot U_4 = 7,65 \times U_1 \cdot U_4 = 0,71 \times U_1$ .



Bild 5. Wahrscheinlicher Aufbau eines neutralen Berylliumatoms.  $R_{5'} = 0,262 \times R_1 \cdot R_{5''} = 0,675 \times R_1 \cdot U_{5'} = 14,6 \times U_1 \cdot U_{5''} = 2,2 \times U_1$ .

überstehen. Die Zertrümmerung des Atoms ist ein Problem, dessen Lösung nach dem heutigen Stande der Wissenschaft vielleicht einmal erwartet werden darf, daß die Lösung schon gelungen sei, ist aber höchst unwahrscheinlich!

P 874

O. Bechstein.

Bilder nach Professor Dr. Leo Graetz: Die Atomtheorie in ihrer neuesten Entwicklung. Stuttgart, Verlag von J. Engelhorn's Nachf. Die Radien der Kreisbahnen sind im ungefährrichtigen Verhältnis gezeichnet, das Verhältnis der Kerne und der Elektronen zueinander entspricht ungefähr auch der Zeichnung, im Verhältnis zu den Radien der Kreisbahnen ist aber die gezeichnete Größe der Elektronen weit übertrieben.

## Von dem Betongebälde und seinen Leistungen.

Von E. Hausmann.

Während das Betongebälde sich in der amerikanischen Betontechnik schon seit Jahren ausgedehnter Anwendung erfreut, hat es bei uns bisher noch wenig Boden fassen können. Der deutsche Gebäldebetonbau (Torkretbau) ist über einige wenige Versuche nicht hinausgekommen. Ohne dem sehr hoch stehenden deutschen Betonbau irgendwie zu nahe treten zu wollen, muß man doch anerkennen, daß er sich auf diesem Sondergebiet von den Amerikanern hat überholen lassen. Neuerdings aber ist auch in Deutschland das Betonspritzverfahren in Anwendung und hat bereits sehr beachtenswerte Erfolge erzielt.

Da man mit gutem Erfolge Flüssigkeiten der verschiedensten Art, Farben, Lacke, sogar flüssiges Metall mit Hilfe von Druckluft auf Flächen aufspritzt und damit zu sehr festem Haften bringt, da man im Sandstrahlgebläse und den Luftförderanlagen auch feste Körper durch Druckluft in Rohrleitungen bewegt, lag der Gedanke, auch zum Auftragen von Beton die Druckluft zu Hilfe zu nehmen, gar nicht so fern, zumal man wußte, daß das Spritzen der oben genannten Stoffe mit großer Gewalt geschehen kann, so daß man auf einen festen und dichten Spritzbeton rechnen konnte. Bei der Ausführung des Gedankens zeigten sich aber doch sehr große Schwierigkeiten. Als man versuchte, den Beton, fertig mit Wasser angemacht, durch Rohrleitungen zu treiben und zu spritzen — ähnlich wie bei dem mit dem Gebäldebetonbau nicht zu verwechselnden Prefzementbau, bei welchem dünnflüssiger Zementmörtel

durch Druckluft in Risse, Fugen und andere Hohlräume geprefst wird — da zeigte sich, daß einmal der Druckluftverbrauch sehr hoch wurde und daß ferner nur ein geringwertiger, wenig fester und haltbarer Beton auf diese Weise herzustellen war, weil ihm ein sehr großer Wasserüberschuß gegeben werden mußte, um ihn durch Rohre oder Schläuche hindurch zu bringen und zu spritzen. Blies man aber im Gegensatz dazu die trockene Betonmasse, Zement und Zuschläge von Sand, Kies usw. durch die Rohrleitung und führte das erforderliche Wasser erst in der eigentlichen Düse zu, dann hatte man mit großer Staubeentwicklung zu kämpfen, auch fand in der Rohrleitung unter der Einwirkung des Luftstromes, der ähnlich wie in einem Windsichter wirkte, eine Entmischung der trockenen Betonmasse statt, indem sich die feinen Zementteilchen von den gröbereren Zuschlagteilen trennten, und schließlich mußte man das an der Düse zuzuführende Wasser auch unter Druck setzen, ohne indessen damit die Sicherheit zu haben, daß in der Düse auch eine gründliche Durchfeuchtung aller Betonteilchen stattfand, so daß sich vielfach ein der ungleichmäßigen Nässung wegen in der Güte sehr ungleicher Gebäldebeton ergab.

Durch ein neueres, durch die Deutsche Torkret Baugesellschaft m. b. H. in Berlin nun aus Amerika nach Deutschland verpflanztes Verfahren sind diese Schwierigkeiten aber überwunden worden. Das Verfahren besteht darin, daß die zu fördernde Betonmasse mit etwa  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$

des insgesamt erforderlichen Wassers gründlich durchgemischt wird, ehe sie mittels Druckluft durch die Rohrleitung zur Düse getrieben wird, wo ihr dann der Rest des erforderlichen Wassers zugesetzt wird. Dies geschieht nicht in Gestalt von Druckwasser, sondern das Wasser wird durch injektorartige Wirkung der entsprechend ausgebildeten Düse angesaugt und gründlich in der feuchten Betonmasse verteilt, ehe diese das Düsenmundstück verläßt. Bei diesem Verfahren ist die Staubbildung vermieden, auch jede Entmischung der Betonmasse während der Förderung zur Düse unmöglich gemacht und ein gleichmäßiger Beton gesichert. Schließlich wird auch die Druckluft besser verwertet, weil der Schlauchquerschnitt durch die feuchte Betonmasse naturgemäß viel besser ausgenutzt wird als mit der trockenen.

Der Tektor, das eigentliche Betongebälde, Bild 1, besteht in der Hauptsache aus zwei übereinander angeordneten Kesseln oder Kammern zur Aufnahme der Betonmasse, von denen die untere dauernd unter Luftdruck steht, während die obere eine Luftschleuse bildet, die von der unteren luftdicht abgeschlossen werden kann und deren Nachfüllung ermöglicht, ohne daß die Arbeit unterbrochen werden muß. Die feuchte Betonmasse wird in die obere Kammer eingefüllt, deren Deckel wird geschlossen und die Verbindung zwischen beiden Kammern wird geöffnet, so daß die Masse in die untere Kammer fallen kann, wo sie durch ein Rührwerk nochmals durchgemischt und dem an den Austrittsstutzen angeschlossenen Schlauch zugeführt wird. Das Rührwerk wird durch einen Druckluftmotor betätigt. Das regelbare Einlaßventil für die Druckluft sowie das Druckluftmanometer sind ebenfalls auf der unteren Kammer angeordnet. Der Tektor wird durch eine beliebig lange Rohrleitung mit dem Luftkompressor verbunden. Die Druckluft von etwa  $2\frac{1}{2}$ —4 Atmosphären, je nach Art und Zweck der auszuführenden Torkretarbeit, fördert die Betonmasse aus der Kammer durch einen etwa 30 mm weiten Schlauch zur Düse, aus welcher sie, nochmals mit Wasser durchmischt, dessen Menge der Düsenführer mittels eines kleinen Ventils genau regeln kann, mit etwa 100 m Geschwindigkeit in der Sekunde herausgeschleudert wird.

Der als Förderleitung dienende Schlauch besitzt eine innere Auskleidung von reinem Paragummi, welche der schleifenden Wirkung der mit großer Geschwindigkeit an ihr entlang eilenden Betonteilchen sehr gut widersteht, während eiserne Rohr oft schon nach einigen Betriebsstunden vollständig ausgeschliffen wurden. Auch die Düse ist mit Paragummi ausgekleidet.

Beim Auftreffen der mit großer Gewalt aus der Düse herausgeschleuderten Betonmasse auf die Antragsfläche vollzieht sich nun ein eigenartiger Vorgang, der dem Torkretbau seinen größten Wert verleiht und die hochgradigen Eigenschaften des Gebläsebetons in ausschlaggebender Weise gewährleistet. Beim Beginn des Antragens werden aus der Betonmasse — meist kommt eine Mischung von Portlandzement mit scharfem Kiessand bis zu 10 mm Körnung in Betracht — alle größeren Teilchen durch den Rückprall ausgeschieden, sie fallen ab und nur der Zement und die anderen staubfeinen Bestandteile der Mischung bleiben haften. Erst nachdem sich auf diese Weise eine Haut von feinem Zementmörtel gebildet hat, werden durch diese Schicht auch die größeren Masseteilchen festgehalten. Dieser sich immer, unabhängig von der Art der Antragsfläche, also auch auf Eiseneinlagen im Beton, und unabhängig von der Geschicklichkeit des Düsenführers abspielende Vorgang ergibt eine sehr feste und sehr dichte aus fast reinem Zement bestehende Verbindungsschicht des Torkret, die in einer Weise ausgenutzt wird, die allen

Erfahrungen des Stampfbetonbaues geradezu zuwiderläuft. Während man nämlich beim Stampfbeton jede Schichtenbildung möglichst vermeidet und den ganzen Betonkörper möglichst in einem Guß fertigstellt, weil einzelne Betonschichten nicht gut aneinanderhaften, da sich zwischen den einzelnen Schichten und auch besonders zwischen altem und neu aufgetragenem Beton Fugen bilden, welche als schwache Stellen gefürchtet sind, liegt beim Torkret gerade an dieser Stelle, wo zwei Schichten, alter und neu aufgetragener Beton oder auch Eisenbewehrung oder Schalung und Torkret zusammentreffen, der dichteste und festeste Teil des ganzen Betonkörpers. Man pflegt deshalb häufig auch dicke Betonwände nicht als Ganzes, sondern in einzelnen Schichten herzustellen, derart, daß man die vorhergehende Schicht immer erst abbinden läßt, ehe man eine neue aufträgt. Der Vorzug solcher aus mehreren Schichten mit besonders dichten und festen Verbindungsfugen bestehender Torkretwände wird ohne weiteres klar, wenn man an die bekannten, aus mehreren dünnen Furnieren zusammengeleimten Sperrholzplatten denkt. Jede folgende Schicht deckt und schließt sicher die in der vorhergehenden etwa auftretenden Risse, durch die ganze Dicke einer solchen Wand hindurchgehenden Risse — bei Stampfbeton gehen sie meistens ganz durch — sind geradezu unmöglich, man kann je nach Art der Arbeit, die einzelnen Schichten auch in verschieden gemischtem Beton auftragen, und man ist beim Torkret stets sicher, daß die Eiseneinlagen auch fest und sicher mit dem umgebenden Beton, eben durch die Feinzementhaut, verbunden sind.

Aber nicht nur diese Feinzementhaut des Torkret ist fest und dicht, die über derselben lagernden, auch von groben Zuschlagstoffen durchsetzten Betonteile sind es ebenfalls in besonderem, das bei Stampfbeton in dieser Hinsicht zu Erreichende durchweg übertreffendem Maße. Auch das erklärt sich wieder aus der besonderen Art der Arbeit des Tektor. Jedes einzelne der unendlich vielen kleinen Betonteilchen wird mit großer Kraft auf die vor ihm schon haftenden geschleudert, jedes wirkt also auch wie ein mit großer Wucht gehandhabter Stampfer und preßt die Masse dicht zusammen. Und nicht einmal voll zurückfedern kann nach dem Aufprall das einzelne Teilchen, denn die Wirkung der Elastizität und des Rückpralles wird zum guten Teil dadurch aufgehoben, daß in sehr rascher Folge immer wieder neue Teilchen auf die vorhergehenden auftreffen und sie in die Masse gleichsam hineinhämmern.

Wir haben es also im Torkret mit einem sehr hochwertigen, auch höchsten Anforderungen an Festigkeit und Dichtigkeit gewachsenen Beton zu tun, der dem Stampfbeton in mancher Beziehung erheblich überlegen ist, und diese seine vorzüglichen Eigenschaften im Verein mit der Tatsache, daß beim Torkretbau gegenüber dem Stampfbetonbau ganz erheblich an teurer Handarbeit und an Schalung gespart werden kann, haben dem Torkret zu seinen bisherigen Erfolgen verholfen.

In seinem Ursprungslande, in Amerika, sollte der Tektor zunächst hauptsächlich zum Berappen und Verputzen von Wandflächen dienen, besonders auch dazu, den drüben sehr zahlreichen Holzhäusern durch Aufbringen einer über Drahtgeflecht oder Streckmetall gespritzten dünnen Betonschicht größere Wetterbeständigkeit, Feuersicherheit, besseres Aussehen und größere Wärmedichtigkeit zu geben. Bald aber schon fand man heraus, daß der Tektor auch ein ganz vorzügliches Werkzeug für Wiederherstellungs- und Verstärkungsarbeiten an allen Betonbauten ist, weil sich eben der Torkret, wie kein anderer Beton, mit glatten oder rauhen Flächen alten Betons oder Mauerwerks verbindet. Später verwendete man den Torkret auch im

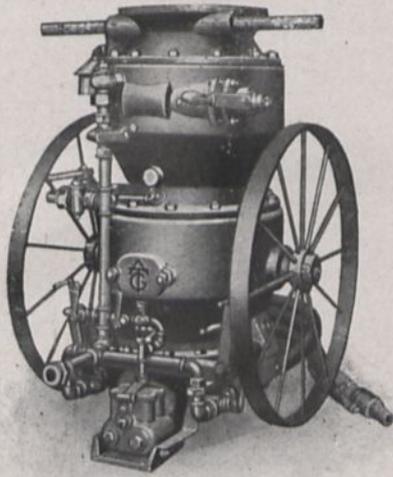


Bild 1. Der Tektor.

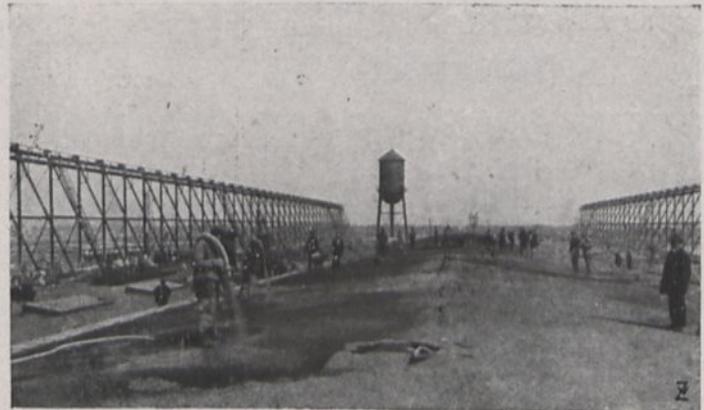


Bild 2. Herstellung von Dächern auf großen Fabrikgebäuden.

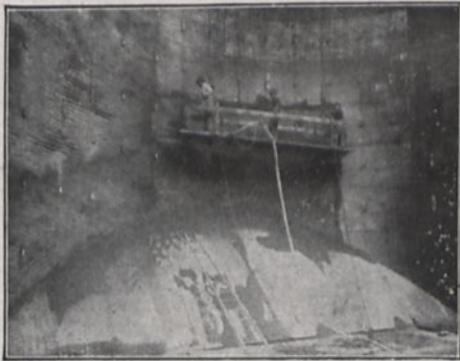


Bild 3. Abdichtung eines Wasserbehälters.



Bild 4. Düsenbild.



Bild 5. Abdichtung eines Tunnels.



Bild 6. Torkretierung von Dächern und Wandflächen bei Fabrikgebäuden.

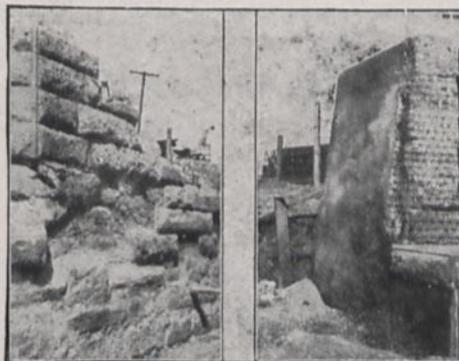


Bild 7. Wiederherstellung von zerstörtem Brückenpfeiler-Mauerwerk.

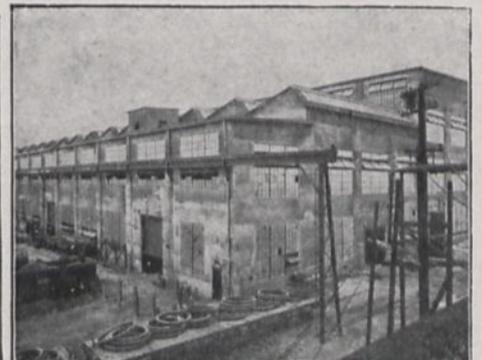


Bild 8. Herstellung einer Fabrikanlage.

Tunnelbau und zur Auskleidung von Bergwerksschächten und anderen Grubenbauen mit Vorteil, und dann kam die leichte, mit Drahtgeflecht oder Streckmetall bewehrte Torkretwand, die ein besonders gepflegtes Anwendungsgebiet des Torkretbaues darstellt. Die Herstellung solcher Wände ist überaus einfach. Das Drahtgeflecht wird aufgespannt, auf einer Seite wird die aus ganz leichten Brettern, oft auch nur aus einem mit starkem Papier bespannten Holzrahmen bestehende Verschalung dahintergehängt, dann wird von der anderen Seite aus angetragen, wobei die Verschalung oft nur in kleinen, leicht umzuhängenden Flächen Verwendung findet. Bei zweiseitigem Bespritzen ist nur einseitige Verschalung erforderlich, weil

beim Antragen von der einen Seite die auf der anderen schon aufgetragene Betonschicht als Verschalung dient. Auch der Bau von Eisenbetonschiffen bot ein weites Arbeitsfeld für den Torkret, auf dem ihm besonders seine gute Verbindung mit den Eisenbewehrungen, seine Dichtigkeit und die Möglichkeit schichtenweisen Aufbringens zu statten kamen.

Eine Reihe von Anwendungen des Tektor zeigen die beistehenden Abbildungen, einige weitere sind schon früher an dieser Stelle behandelt worden. Die geradezu universelle Verwendbarkeit des Torkret und seine vielen und bedeutenden Vorzüge dürften ihm auch bei uns bald schon zu ausgedehnter Anwendung verhelfen.

P 877



Naturwissenschaftliche Monatshefte für den biologisch-chemischen, geographischen und geologischen Unterricht.

Herausgegeben von Dr. Richard Rein. III. Band. 1./2. Heft. Verlag B. G. Teubner, Leipzig-Berlin.

Die Beschaffung des Kiefersamens insbesondere seine Selbstgewinnung. Von Forstrat Dr. Hermann Bertog. Preis geh. 7,50 M. Verlag von J. Neumann, Neudamm.

Die erweiterte Zentralkommission für den Rhein. Von Jean R. Frey, Basel. Verlag Buchdruckerei zum Basler Berichthaus, Basel.

Die Schmetterlinge Deutschlands mit besonderer Berücksichtigung der Biologie. Von Prof. Dr. K. Eckstein. Band III. Schriften des Deutschen Lehrer-Vereins für Naturkunde, 35. Band. Zu beziehen durch die Geschäftsstelle des Deutschen Lehrervereins für Naturkunde E. V., Stuttgart, Hölderlinstr. 23.

Die Photographie. Von Prof. Heinrich Kehler. Sechste neu bearbeitete Auflage. Sammlung Göschen, Band 94. Preis geh. 2,10 M. und 100% Teuerungszuschlag. Verlag Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co., Berlin-Leipzig.

Der Helligkeitsabfall radioaktiver Leuchtfarben. Von G. Berndt. Sonderdruck aus „Zeitschrift für technische Physik.“ Erster Jahrgang. Nr. 5. 1920. Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Die Freude an der Astronomie. Eine kulturgeschichtliche Betrachtung. Von Prof. Wilhelm Foerster. 2. Aufl. Preis geh. 2,50 M. Verlag Ferd. Dümmler, Berlin.

Litrows Atlas des gestirnten Himmels für Freunde der Astronomie. Taschenausgabe. Mit einer Einleitung von Prof. D. J. Plafmann. 2. Aufl. Preis geh. 11 M. Verlag Ferd. Dümmler, Berlin.

Paideuma, Umriss einer Kultur- und Seelenlehre. Von Leo Frobenius. Preis 17 M. Verlag C. H. Beck, München.

Zoësis. Eine Einführung in die Gesetze der Welt. Von R. H. Francé. Preis geh. 5,50 M. Verlag Franz Hanfstaengel, München.

Die Pflanze a's Erfinder. Von R. H. Francé. 14. Aufl. Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde. Preis geh. 5,20 M., geb. 7,80 M. Franck'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Führer durch unsere Vogewelt. Zum Beobachten und Bestimmen der häufigsten Arten durch Auge und Ohr. Von Prof. Dr. Bernh. Hoffmann. Zweite Auflage. Preis geb. 8,60 M. zuzüglich Teuerungszuschlag. Verlag B. G. Teubner, Leipzig-Berlin.

Einführung in die Technische Wärmelehre (Thermodynamik). Von Geh. Baurat Prof. Richard Vater. Zweite Auflage bearb. von Dr. Fritz Schmidt. 516. Bd. aus Natur und Geisteswelt. Preis kart. 2,80 M., geb. 3,50 M. zuzügl. Teuerungszuschlag. Verlag B. G. Teubner, Leipzig-Berlin.

Die Fabrikation der Margarine, des Glycerins und Stearins. Von Dr. W. Fahrion. Sammlung Göschen, Band 829. Preis 2,10 M. und 100% Teuerungszuschlag. Verlag Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co., Berlin-Leipzig.

Vom nordischen Urwilde. Geschichten von Wild, Steinen und Menschenherzen. Von Fritz Bley. Preis geb. 20 M. R. Voigtländers Verlag, Leipzig.

Erdbau. Von Reg.-Baumeister Erwin Link. Zweite Auflage. Sammlung Göschen, Band 630. Preis 2,10 M. und 100% Teuerungszuschlag. Verlag Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co., Berlin-Leipzig.

Die Weißgerberei, Sämschgerberei und Pergamentfabrikation. Ein Handbuch für Gerber und Lederfabrikanten. Von Ferdinand Wiener. Dritte, revidierte und ergänzte Auflage von Prof. Ing. Viktor Mikuska. Chem.-techn. Bibl., Band 20. Preis geh. 20 M. zuzügl. 20% Verlagszuschlag. A. Hartlebens Verlag, Wien-Leipzig.

Die Fabrikation der Margarine, des Glycerins und Stearins. Von Dr. W. Fahrion. Sammlung Göschen, Bd. 829. Preis geh. 2,10 Mark zuzügl. Teuerungszuschlag. Verlag Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co., Berlin.

Pflanzenkunde. 1. Bd. Geschichte des Pflanzensystems. Die niederen Pflanzen. Von Dr. E. Ulbrich. Reclams Universal-Bibliothek Nr. 6109—6115. Preis geh. 7 M. Verlag Philipp Reclam jun., Leipzig.

Badekuren in Japan 1893/1896. Aus: Mein Lebenslauf. Von Hans Spörry. Verlag F. Lohbauer Akt.-Ges., Zürich.

Grundbegriffe der photographischen Optik in elementarer Darstellung. Von Dr. Chr. Pfeiffer. Preis geh. 2 M., geb. 5,50 M. Verlag Theod. Thomas Verlag, Leipzig.

Oberbayern und das österreichische Alpenland. Von Fr. Willy Frenk. Photographische Wanderbücher Band 2. Verlag der Optischen Anstalt C. P. Goerz Akt.-Ges., Berlin-Friedenau.

Die „Klima“-Zeitalter der Erde als Formationen- und Lebens-Gestalter nebst Anhang Die „Klimatogenetik“ der Primaten. Von Maurus Horst. Fortschritte der Rassenkunde, Heft 2. Psychologisch-Soziologischer Verlag (O. Mattha), Berlin.

Mathematische Streifzüge durch die Geschichte der Astronomie. Von Prof. Dr. Paul Kirchberger. Mathematisch-Physikalische Bibliothek, Band 40. Preis kart. 2 M. zuzügl. Teuerungszuschlag. Verlag B. G. Teubner, Leipzig-Berlin.

Einführung in die analytische Chemie. I. Theorie und Gang der Analyse. II. Die Reaktionen. Von Dr. F. Rüsberg. (Aus Natur und Geisteswelt, 524. und 525. Band.) Preis je Band kart. 2,80 M., geb. 3,50 M. zuzügl. Teuerungszuschlag. Verlag B. G. Teubner, Leipzig-Berlin.

**GEBRÜDER SIEMENS & CO  
BERLIN-LICHTENBERG**



**Effektkohlen:** *Selb-Rot-Edelweiß u. Schneeweiß T-B-Kohlen Mikrophonkohlen*

**Reinkohlen:** *Schlag- u. Druckkontakte von jeder Leitfähigkeit Kondensplatten*

**Elektrischen für Stahl- und Carbidfabrikation  
Heiz- und Widerstandskörper aus Silic**

**HARMONIUMS**

mit edlem Orgelton. Das schönste und vollkommenste **Hausinstrument**.  
Auch von Jedermann ohne Musik. Vor- u. Notenkenntnis sofort 4 stimm, spielbar  
Gegründet 1846 **Katalog umsonst** Gegründet 1846

**ALOIS MAIER, HOFL., FULDA**

**Schutz gegen die  
GRIPPE**

und andere Ansteckungen von Mund  
und Rachen aus (Halsentzündung,  
Diphtherie, Scharlach usw.) durch  
:: Sauerstoffdesinfektion mittels ::

**PERHYDRIT-  
TABLETTEN**

In Wasser gelöst zum Spülen  
des Mundes und zum Gurgeln

**Packungen mit 10, 25 und 50 Stück  
in den Apotheken und Drogerien**

**MINEERALIEN**

Einzelstücke und Sammlungen;  
besonders vogeländische und  
sächs. Vorkommen lief. preiswert

Mineralien-Niederlage

**A. Jahn, Plauen i. Vogtl.**  
Oberer Graben 9

**Aufwärts** aus eigener Kraft.  
Ratschläge und  
Lebensziele von Dr. P. v. Gizycki, 5. Aufl.  
Kart. M. 16.—, geb. M. 20.—,  
postfrei M. 17.60 u. M. 22.—  
**Ferd. Dümmlers Verlag, Berlin SW 68**  
Postscheck Berlin 145

**Littrows-Atlas**  
des gestirnten Himmels  
Für Freunde der Astronomie. **Taschenausgabe.**  
Einleitung von Prof. Dr. J. Plaßmann.  
2. Auflage. // // Geb. Mk. 11.—.  
**Ferd. Dümmlers Verlag, Berlin SW 68**

**Patentanwalt** **A. Kuhn, Dipl. Ing.**  
**BERLIN SW 106**  
Gitschinerstr. 106  
Auskunft u. Gebührenordnung auf Wunsch

Der Inhaber des D. R. P. 223 727

**„Vorrichtung zum Geben  
und Empfangen von Strom-  
stößen und Signalen unter  
Anwendung schrittweise  
fortgeschalteter Apparate“**

wünscht zwecks Verwertung seiner Erfindung  
in Deutschland mit Interessenten  
in Verbindung zu treten. Gef. Anfragen  
sind zu richten an das Patentanwaltsbüro  
**CARL T. BURCHARDT, BERLIN,**  
Königsgrätzer Straße 95

**AUTOMOBIL- UND MOTORENFABRIKATION**

ERSTKLASSIGE SPEZIALZEITSCHRIFT

für **Massenfabrikation und Reihenherstellung**  
von **Automobilen — Flugmotoren — Motorpflügen** usw.

Abonnementspreis für 1920: **16 Mark (12 Hefte)** für das ganze Jahr - **8 Mark (6 Hefte)** für das halbe Jahr  
Für Deutsch-Ostreich 20 Mark jährlich - Für das Ausland 32 Mark jährlich

Man bestellt: bei der Post - bei jeder Buchhandlung - beim Verlag direkt

**Verlag Dr. Ernst Valentin, Berlin-Friedenau I, Sponholzstr. 7**

Herausgeber: Geheimer Regierungsrat Dr. Ernst Valentin

Verantwortlich für den redaktionellen Teil: W. Tuloschinski, Berlin; für den Anzeigenteil: Helene Thiele, Berlin. Verlag:  
Dr. Ernst Valentin, Berlin-Friedenau I, Sponholzstraße 7 / Fernsprechanchluss: Rheingau 532 / Postscheckkonto: Berlin Nr. 3065.  
Druck: A. Seydel & Cie. G. m. b. H., Berlin SW 61.

- Moderne Gerbmethode, enthaltend verschiedene Verfahren zur Herstellung neuartiger Ledersorten. Zweite, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Von Ing. Josef Jettmar. Chem.-techn. Bibl., Band 342. Preis geh. 24 M. zuzügl. 20% Verlagszuschlag. A. Hartlebens Verlag, Wien-Leipzig.
- Die Lohgerberei oder die Fabrikation des lohgeren Leders. Handbuch für Lederfabrikanten. Von Ferdinand Wiener. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. Chem.-techn. Bibl., Band 19. Preis geh. 12 M. zuzügl. 20% Verlagszuschlag. A. Hartlebens Verlag, Wien-Leipzig.
- Allgemeine Photochemie. Ein Hand- und Lehrbuch für Forschung, Praxis und Studium. Von Prof. Dr. phil. et chem. J. Plotnikow. Preis geh. 140 M., geb. 150 M. Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co., Berlin-Leipzig.
- Bios. Die Gesetze der Welt. Von Raoul H. Francé. Lieferung 1, 6 Lieferungen zum Preise von je 18 M. Verlag Franz Hanfstaengl, München.
- Wissenschaftliche Kinematographie. Von F. Paul Liesegang unter Mitarbeit von Dr. Karl Kieser und Prof. Oswald Polimanti. (Neubearbeitung des zweiten Teiles der 5. Auflage des Handbuchs der praktischen Kinematographie.) Ed. Liesegang, Düsseldorf.
- Telepathie und Hellsehen. Versuche und Betrachtungen über ungewöhnliche seelische Fähigkeiten. Von Waldemar v. Wasielewski. Preis geh. 24 M., geb. 30 M. Verlag Carl Marhold, Halle a. S.
- Die kosmischen Zahlen der Cheopsyramide, der mathematische Schlüssel zu den Einheitsgesetzen im Aufbau des Metalls. Berechnet von Dr. Fritz Noetling. Preis geh. 26 M. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart.
- Einführung in die Chemie. Ein Lehr- und Experimentierbuch. Von Rudolf Ochs. Zweite Auflage. Preis geh. 48 M. Verlag Julius Springer, Berlin.
- Schlechtes Deutsch. Der Kampf gegen das Falsche, Schwerfällige, Geschmacklose und Undeutsche. Von Dr. Ernst Wasserzieher. Preis 5 M. Verlag Ferd. Dümmler, Berlin.
- Probleme der modernen Chemie in allgemeinverständlicher Darstellung. Von Dr. Harry Schmidt. Preis geh. 15 M. Verlag L. Friederichsen & Co., Hamburg.
- Das Raum-Zeit-Problem bei Kant und Einstein. Von Dr. Ilse Schneider. Preis geh. 12 M. Verlag von Julius Springer, Berlin.
- Die Relativitätstheorie Einsteins und ihre physikalischen Grundlagen. Gemeinverständlich dargestellt. Von Max Born. Naturwissenschaftliche Monographien und Lehrbücher. Dritter Band. Preis geh. 34 M., geb. 42 M. Verlag Julius Springer, Berlin.
- Die Grundlagen der Relativitätstheorie. Populärwissenschaftlich dargestellt. Von Dr. Rudolf Lämmel. Preis geh. 14 M. Verlag Julius Springer.
- Über die Berechnung des räumlichen Rückwärtseinschnitts bei Aufnahmen aus Luftfahrzeugen und Genauigkeitsuntersuchungen mit dem Pulfrichschen Bildmeßtheodolit. Von Dr.-Ing. T. Fischer. Preis geh. 20 M. Verlag Gustav Fischer, Jena.
- Atlas mit Abbildungen und Erläuterungen zum Buche: Eis ein Weltenbaustoff. Von Dr.-Ing. e. h. H. Voigt. Verlag Hermann Paetel G. m. b. H., Berlin.
- Die Quantentheorie, ihr Ursprung und ihre Entwicklung. Von Fritz Reiche. Preis geh. 34 M. Verlag Julius Springer, Berlin.
- Sehen und Messen. Die geometrischen, physikalischen und physiologischen Grundlagen der Photogrammetrie, Stereoskopie und Stereophotogrammetrie. Von Alfred Hay. Preis geh. 10 M. Verlag Franz Deuticke, Leipzig-Wien.
- Technisches Denken und Schaffen. Eine gemeinverständliche Einführung in die Technik. Von Prof. G. v. Haffstengel. Zweite Auflage. Preis geh. 20 M. Verlag Julius Springer, Berlin.
- Sturmtruppen und Flammenwerfer. Von Hauptmann Ch. Theune. Preis geh. 16 M. Landes-Verlag, Berlin SW 11.
- Das Ozon. Eine physikalisch-chemische Einzeldarstellung. Von Dr.-Ing. Max Moeller. Preis geh. 12 M. zuzügl. Teuerungszuschlag. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.
- Das chemische Element, seine Wandlung und sein Bau als Ergebnis der wissenschaftlichen Forschung. Von Dr. Willy Bein. Preis geh. 45 M., geb. 53 M. Verlag Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co., Berlin-Leipzig.
- Naturwissenschaftlich-technisches Jahrbuch. In allgemeinverständlicher Darstellung mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Herausgegeben von Hanns Günther (W. de Haas), Dr. Max Oettli, Prof. Dr. E. Rüst. Erster Band: Das Jahr 1919. Sonderausgabe von „Natur und Technik“. Preis 30 M. Verlag Rascher & Co., Zürich.
- Geologisch-mineralogisches Wörterbuch. Von Dr. C. W. Schmidt. Teubners kleine Fachwörterbücher Band 6. Preis geb. 8 M. zuzügl. Teuerungszuschlag. Verlag B. G. Teubner, Leipzig-Berlin.
- Geographisches Wörterbuch. I. Allgemeine Erdkunde. Von Prof. Dr. Oskar Kende. Teubners kleine Fachwörterbücher Band 8. Preis geb. 9 M. zuzügl. Teuerungszuschlag. Verlag B. G. Teubner, Leipzig-Berlin.
- Der siderische Pendel als Anzeiger menschlicher Charaktereigenschaften. Von Dr. R. Leuenberg und Leo von Siegen. 2. u. 3. Aufl. Bibliothek für psychische Forschung, Bd. 5. Preis geh. 4,95 M. Verlag von Max Altmann, Leipzig.
- Gewinnung und Verwertung der atmosphärischen Elektrizität. Von Plauson. 2. Auflage. Preis geh. 20 M. Verlag Boysen & Maasch, Hamburg.
- Die Technik der geistigen Arbeit. Von Prof. Friedrich Kuntze. Preis geh. 6 M. zuzügl. Teuerungszuschlag. Verlag von Carl Winter, Heidelberg.
- Jahrbuch der angewandten Naturwissenschaften 1914 — 1919. Dreißigster Jahrgang. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben von Dr. Joseph Plafmann. Mit 253 Bildern auf 33 Tafeln und im Text. Lex.-8°. (XVI u. 520 S.). Freiburg i. Br. 1920, Herdersche Verlagshandlung. 22 M.; geb. 26 M. (dazu die im Buchhandel üblichen Zuschläge).
- Nach fünfjähriger Pause tritt das bekannte Herdersche Jahrbuch mit seinem 30. Jahrgang wieder auf den Plan. Gegen frühere Jahrgänge ist insofern eine Veränderung eingetreten, als die theoretischen Fächer, wie Physik und Chemie, ganz fortgefallen sind, dafür sind die praktisch wichtigen besonders berücksichtigt. Neu hinzugekommen ist der Abschnitt „Kriegstechnik“. Die Ausstattung des Buches ist nach jeder Richtung hin musterhaft. B. Valentin (Frankfurt a. M.)
- Die Technik im XX. Jahrhundert. Unter Mitwirkung hervorragender Vertreter der technischen Wissenschaften herausgegeben von Geh.-Rat Prof. Dr. A. Miethe, Charlottenburg. Verlag von Georg Westermann, Braunschweig. 5. (Ergänzung-) Band: Bauingenieurwesen, Küstenbefestigung, Luftbilderkundung. 6. (2. Ergänzung-) Band: Die Technik im Weltkrieg.
- Es hat sich als notwendig erwiesen, den vier ersten Bänden, die an dieser Stelle vor dem Kriege sehr anerkennend besprochen werden konnten, nun nach Abschluß des großen Ringens noch zwei Bände folgen zu lassen, welche Zweige der Technik behandeln, die unangefochten durch den Krieg ihre Aufwärtsentwicklung in den vielen Jahren notgedrungen fortsetzen mußten (Eisenbau, Eisenbetonbau) oder gerade durch den Krieg eine Entwicklung zu Höchstleistungen durchmachten. Aus dieser Gruppe seien als besonders eindringlich geschrieben nur hervorgehoben: Das Fliegerbild als Aufklärungsmittel und das Unterseeboot. Über die in diesen beiden Kapiteln behandelten Gebiete konnte naturgemäß erst nach dem Kriege eine ins einzelne gehende Veröffentlichung stattfinden. Leider verbietet der Platzmangel, auch nur eine Nennung der durchweg von bekannten Fachleuten behandelten anderen kriegstechnischen Themen. Ein besonders aktuelles Interesse erweckt der Aufsatz: Städtebau und Siedlungswesen.
- Trotz der Schwierigkeiten hat der Verlag wieder für eine vornehme Ausführung der beiden Bände gesorgt.





