



## ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

Durch alle Buchhand-  
lungen und Postanstalten  
zu beziehen.

herausgegeben von

**DR. OTTO N. WITT.**

Erscheint wöchentlich einmal.  
Preis vierteljährlich  
4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin.  
Dörnbergstrasse 7.

N<sup>o</sup> 1073. Jahrg. XXI. 33.

Jeder Nachdruck aus dieser Zeitschrift ist verboten.

18. Mai 1910.

**Inhalt:** Die Rätsel der Cheops-Pyramide. Von A. JAROLIMEK<sup>1</sup>, Prag-Smichow. (Schluss.) — Über das Quecksilber, seine Gewinnung und Verwendung. Von O. BECHSTEIN. — Askau und Negativ. Von JOSEF RIEDER, Steglitz. — Der Hafen von Constantza. Von Dr. A. GRADENWITZ. Mit vier Abbildungen. — Rundschau. — Notizen: Lehmkliffs an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. Mit einer Abbildung. — Bakelit. — Prüfung der Metallfadenlampen gegen Stoss. Mit einer Abbildung. — Von Fremdkörpern durchsetzte Legierungen.

### Die Rätsel der Cheops-Pyramide.

Von A. JAROLIMEK, Prag-Smichow.

(Schluss von Seite 503.)

Das Verhältnis des goldenen Schnittes kommt in der Cheops-Pyramide auch in anderen Ausmessungen zum Vorschein. Wenn ich aber oben sagte, dass, wo immer die  $\pi$ -Proportion zum Ausdruck gebracht zu sein scheint, es sich auch um den goldenen Schnitt handeln könne, so gilt nicht immer auch der umgekehrte Fall. Es zeigt sich nämlich, dass die Konstruktion des goldenen Schnittes an gewissen Stellen der Pyramide nicht nur rechnerisch, sondern auch geometrisch zur Darstellung gebracht worden zu sein scheint, was bei der  $\pi$ -Proportion gewiss nicht der Fall ist.

Man muss sich zunächst fragen, warum der Verhältniswert  $\frac{\sqrt{5}-1}{2}$  gerade der Funktion

$\frac{B}{2S} = \cos \alpha$  und nicht einer anderen trigonometrischen Funktion, zum Beispiel, wie es

Röber<sup>\*)</sup> vermutete, der Funktion  $\frac{B}{2H} = \cotang \alpha$ , zugeteilt wurde, wonach der Pyramidenwinkel  $\alpha = 58^{\circ} 17'$  betragen hätte.

Diese Frage erscheint deshalb nicht müssig, weil, wenn wir mit unserem heutigen mathematischen Wissen dazu schreiten sollten, ein das Verhältnis des goldenen Schnittes zum Ausdruck bringendes Pyramidenprofil zu konstruieren, wir diese Proportion sicherlich auch in der Funktion  $\cos \alpha = \frac{\sqrt{5}-1}{2}$  anwenden würden, da nur bei ihrer Anwendung in dieser Form die bemerkenswertesten mathematischen Eigenschaften des goldenen Schnittes ins volle Licht treten.

Die einfachste graphische Methode des goldenen Schnittes, auf welche sich schliesslich alle bekannten Konstruktionen zurückführen lassen, ist die folgende:

<sup>\*)</sup> Dr. F. Pfeifer: *Der goldene Schnitt und dessen Erscheinungsformen in Mathematik, Natur und Kunst*, München 1885.

Der gegebene Major sei  $ab$  (Abb. 381).  
Man halbiere denselben und klappe  $ac = \frac{ab}{2}$

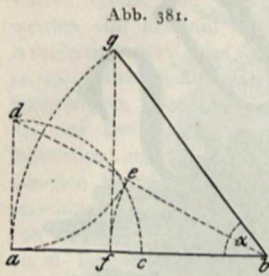


Abb. 381.

in die Vertikale  $ad$  auf, mache also  $ad = ac$ . Die Verbindungslinie  $db$  ist dann

$$db = \frac{\sqrt{5}}{2} ab.$$

Macht man nun  $de = da$  und  $bf = be$ , so ist

$$bf = \left( \frac{\sqrt{5}-1}{2} \right) ab$$

der dem goldenen Schnitte entsprechende Minor.

Um also eine Pyramide unter Anwendung des goldenen Schnittes zu konstruieren, hat man dann nur in  $f$  eine Senkrechte zur Basis  $ab$  zu errichten und letztere bis zu dieser Senkrechten aufzuklappen, also  $bg = ab$  zu machen.

Das Dreieck  $bfg$  stellt dann das halbe Profil einer solchen Pyramide dar, und zwar einer solchen, wo die Beziehung

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{5}-1}{2}$$

zutritt.

Der Plan der letzteren stimmt aber mit der vorstehenden Konstruktion merkwürdigerweise auch hinsichtlich der Hilfslinie  $bd$  überein, welche in dem Gange zur Königskammer in der gleichen Ansteigung von 1:2 dargestellt erscheint.

Auch das Aufklappen des Majors aus der Basis in die Seitenlinie finden wir schon in der Konstruktion des Pyramidenplanes, wie ich noch zeigen werde, wiederholt benutzt, und man fühlt sich daher wirklich versucht, den alten Ägyptern die volle Kenntnis der vorstehenden geometrischen Konstruktion zuzumuten, besonders wenn man auch

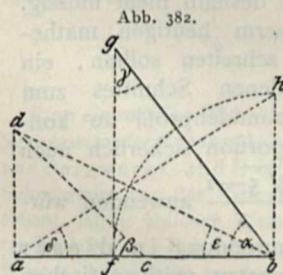


Abb. 382.

noch die folgenden Tatsachen in Erwägung zieht:

Klappt man in der Abbildung 381, wie es Abbildung 382 zeigt, auch noch den Minor  $bf$  in die Vertikale  $bh$  auf, indem man  $bh = bf$  macht, und

verbindet endlich  $a$  mit  $h$  und  $c$  mit  $d$ , so entstehen hier die nachstehenden fünf Hauptwinkel:

$$\alpha = 51^{\circ} 49,6' \text{ mit } \cos \alpha = \frac{\sqrt{5}-1}{2}.$$

$$\beta = 45^{\circ} \quad \text{„} \quad \sin \beta = \sqrt{\frac{1}{2}}.$$

$$\gamma = 38^{\circ} 10,4' \quad \text{„} \quad \sin \gamma = \frac{\sqrt{5}-1}{2}.$$

$$\delta = 31^{\circ} 43' \quad \text{mit } \tan \delta = \frac{\sqrt{5}-1}{2}.$$

$$\epsilon = 26^{\circ} 33,9' \quad \text{„} \quad \tan \epsilon = \frac{1}{2}.$$

Das sind aber nahezu genau die fünf Winkel, welche in den geneigten Konstruktionslinien der Cheops-Pyramide zutage treten. Denn das Mittel aus den Messungen ergibt für den Neigungswinkel der Pyramide . . . . .  $\alpha = 51^{\circ} 50'$

für den südlichen Luftkanal bei der Königskammer . . . . .  $\beta = 45^{\circ}$

für die Luftkanäle der Königin-kammer (nicht genau messbar) .  $\gamma = 37^{\circ} 58'$

für den nördlichen Luftkanal bei der Königskammer . . . . .  $\delta = 31^{\circ} 41'$

und für die auf- und absteigenden Gänge . . . . .  $\epsilon = 26^{\circ} 32'.$

Zu alledem kommt noch, dass die Kenntnis der geometrischen Konstruktion des goldenen Schnittes, welcher in dem Verhältnisse  $\frac{\sqrt{5}-1}{2} : 1 = 1 : \frac{\sqrt{5}+1}{2}$  kulminiert, in der Kö-

nigskammer noch besonders dokumentiert worden zu sein scheint, da dort die Zahlen 1, 2 und 5 ganz auffällig dadurch in Erscheinung treten, dass das Verhältnis der Breite der Kammer zu ihrer Länge genau 1:2 beträgt, und dass nicht nur die Wände der Kammer aus fünf Scharen Quadern gefügt sind, sondern die Kammer auch mit fünf übereinandergetürmten und durch Hohlräume getrennten Decken versehen wurde.

Lässt man aber auch alles dieses nicht als unumstößlichen Beweis dafür gelten, dass dem Erbauer der Pyramide der mathematische Ausdruck  $\frac{\sqrt{5}+1}{2}$  bekannt war, so muss aus der

höchst auffallenden Übereinstimmung der vorbezeichneten, in dem Bauwerke in so riesigen Massen zur Darstellung gebrachten fünf Winkel mit den bei der geometrischen Konstruktion des goldenen Schnittes nach Abbildung 381 bzw. 382 entstehenden fünf Winkeln so viel geschlossen werden, dass diese Konstruktion dem gedachten Baumeister in gewissem Masse bekannt gewesen sein mag.

Es ist jedoch nicht nötig, diese Frage zu entscheiden, um im Zusammenhalte mit dem weiter oben über die Masseinheit der Pyramide und über die goldene Leiter Gesagten die Feststellung des Pyramidenprofils wie folgt vorstellen zu können:

Es wurde auf die Grundlinie des Planes (Abb. 383) das Mass von 144 Vierellen aufgetragen und dasselbe nach der goldenen Leiter in die zwei Strecken  $ab = 55$  und  $be = 89$  Vierellen abgeteilt.

Sodann wurde der Major *be* um den Teilungspunkt *b* umgeklappt bis zur Berührung mit der in *a* errichteten Vertikalen *ac*, und damit war das halbe Profil der grossen Pyramide konstruiert.

Für die Wahl der hier angeführten Verhältniszahlen konnten dann aber nebst der goldenen Leiter folgende Umstände mitbestimmend sein:

1. dass dabei die Höhe der Pyramide fast genau 70 Vierellen betrug und damit sowohl die heilige Zahl 7 als auch  $3 + 7 = 10$  zu hervorragendem Ausdruck kamen;
2. dass dabei die  $\pi$ -Proportion mit dem Werte  $\frac{2B}{H} = \frac{22}{7}$  zutraf;
3. dass dem goldenen Schritte entsprechend dabei  $S^2 = 7921$  und  $\frac{B}{2} \left( \frac{B}{2} + S \right) = 7920$  fast genau gleich und
4.  $H^2 = 4900$  und  $\frac{BS}{2} = 4895$  nahezu ebenso angenähert gleich wurden wie
5.  $S^2 = 7921$  und  $\left( \frac{B}{2} \right)^2 + H^2 = 7925$ ;
6. endlich die interessanten Beziehungen, welche bei eingehenderer geometrischer Untersuchung des so gewählten Pyramidenprofils zutage traten, und welchen, wie vorhin gezeigt, in den fünf Winkeln  $\alpha$  bis  $\epsilon$  ein dauerndes Denkmal gesetzt erscheint.

Nun muss aber darauf hingewiesen werden, dass die seit je als heilig geltende Zahl 3 in der Cheops-Pyramide noch einen ganz besonderen Ausdruck gefunden zu haben scheint durch die Dreiteilung des ganzen Bauwerks.

Die eigenartige Anlage der Pyramide des Cheops liess schon längst vermuten, es sei im Plane des Erbauers gelegen gewesen, dieselbe vorerst in einer geringeren Grösse (als Kernpyramide) auszuführen, sie dann nach Umständen zu grösserer Ausdehnung (Königspyramide) und endlich zu der letzten vollen Grösse (Deckpyramide) auszubauen.

Dem Bestehen eines solchen Planes wurde zwar von Flinders Petrie hinsichtlich der Cheops-Pyramide unter Anführung mehrerer Argumente widersprochen. Es bleibt aber doch auffällig, dass der zur sogenannten Königskammer führende Gang in dieser Pyramide nach drei Richtungen gebrochen erscheint, und die Resultate meiner Untersuchung lassen es kaum zweifelhaft erscheinen, dass der Plan der Pyramiden tatsächlich den Plan von drei Pyramiden verschiedener Grösse umfasst.

Hieraus geht freilich noch nicht die Absicht des Erbauers hervor, die Pyramide eventuell in einer der beiden kleineren Dimensionen wirklich abzuschliessen; vielmehr ist Petrie mit seiner

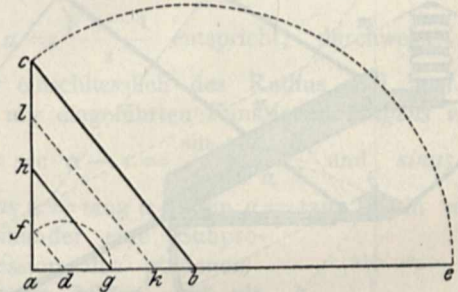
Ansicht vollkommen im Rechte, dass der ursprüngliche Plan unter allen Umständen die Gesamtheit der grossen Pyramide umfasst haben muss.

Unter Annahme der Dreiteilung im Plane der Pyramide wirft sich nun die Frage auf, welche Masse in dem Projekte den beiden inneren, in Wirklichkeit überbauten Pyramiden zudedacht waren?

Zur Beantwortung dieser Frage und damit zur Lösung des eigentlichen Problems der inneren Konstruktion der Pyramide hat nun ihr Erbauer den Schlüssel sozusagen vor die Tür gelegt, das heisst: er hat ihn in dem vor der Pyramide liegenden Basaltpflaster geborgen.

Diese meine Behauptung begründe ich wie folgt: die Messung dieses Pflasters, welches von Petrie als ein ausgezeichnetes Werk geschildert wird, machte diesem Forscher insofern Schwierigkeiten,

Abb. 383.



als nur etwa ein Viertel davon erhalten geblieben ist; doch sagt er: „Hence the plan of the basalt pavement seems to have been two adjacent squares of about 1080 inches, the N. trench axis bounding them, and being equally distant about 1080 inches from the Pyramid side.“

Es kommt also in diesem Pflaster das Mass von 1080“ sowie das verdoppelte Mass von 2160“ nach zwei Richtungen hin zum Ausdruck. In diesem Masse von 2160“ erblicke ich nun das Mass der halben Basis der innersten oder Kernpyramide.

Bevor ich den Grund dafür bespreche, will ich aber zeigen, wie dieses Mass aus dem gewählten Grundmasse von 10 Vierellen ( $\frac{1}{7}$  der Pyramidenhöhe), aller Wahrscheinlichkeit nach, konstruiert worden ist.

Verzeichnet man die halbe Pyramide (Abb. 383) mit der Ausmessung  $ab = 55$ ,  $ac = 70$ ,  $bc = 89$  Vierellen, trägt dann auf der Basis das Grundmass von  $ad = 10$  Vierellen auf, macht  $df$  parallel zu  $bc$  und legt  $df$  in die Basis um, so dass  $dg = df$  wird, so entspricht die Länge  $ag$  genau der Länge des vor der Pyramide angelegten Basaltpflasters, da  $ag = \frac{144}{55} \times 10$  Vierellen (zu 82,52“) = 2160,5“ wird.

Ich muss nun darauf aufmerksam machen, dass bei dieser Konstruktion die  $\pi$ -Proportion nicht mehr direkten Ausdruck findet, vielmehr die Anwendung des goldenen Schnittes ganz in den Vordergrund tritt.

Man sieht, es sind die Hauptpyramide und die Kernpyramide in analoger Weise entstanden; erstere durch Aufklappen des Majors  $be = bc$  (Abb. 383), letztere durch Niederlegen des dem Minor von 10 Vierellen entsprechenden Majors  $df$  in die Basis, an dessen Endpunkt  $g$  dann der Fuss der Kernpyramide gesetzt wurde.

Zieht man also  $gh$  parallel zu  $bc$ , so zeigt  $agh$ , wie ich noch näher begründen werde, das halbe Profil der innersten Pyramide; der Fuss

$o$  mit  $g$ ,  $n$  mit  $k$  und  $m$  mit  $b$ , so ergibt sich folgendes:

1. Der Punkt  $o$  und die Linie  $og$  fallen genau in den Apex der Königinkammer, welcher nach Petries Messung in dem Niveau von 1080,1" über der Basis liegt. Dabei ist das Mass von  $ao$  durch die Breite, jenes von  $ag$  durch die Länge des vor der Pyramide angelegten Basaltpflasters angegeben, also in dem letzteren, wie ich schon sagte, der Schlüssel der ganzen Konstruktion enthalten.

2. Die Linie  $kn$  fällt genau mit der Sohle des langen, zur Königskammer aufsteigenden Ganges bzw. der Galerie zusammen, und

3. die Linie  $bm$  trifft in ihrer über  $m$  hinausgehenden Fortsetzung den äusseren Apex der Königskammer, der gleichfalls die Neigung 1:2 besitzt.

Was nun die über  $A, B$  und  $C$  errichteten Pyramiden betrifft, so ist folgendes zu bemerken:

1. Die Seitenlinie  $gh$  der Pyramide  $A$  tangiert in Punkt  $r$  genau den Scheitel des Einganges in den zur Königinkammer führenden horizontalen Gang; dieser Punkt markiert also auch nach dem Überbauen der Pyramide  $A$  den für dieselbe ursprünglich geplanten Eingang.

2. Der Fusspunkt  $k$  der Pyramide  $B$  markiert wohl nur eine ideale Mündung des zur Königskammer mit einer Steigung von 1:2 führenden Ganges, da der Eingang zur Pyramide  $B$  eher bei  $t$  durch den absteigenden Gang geplant war.

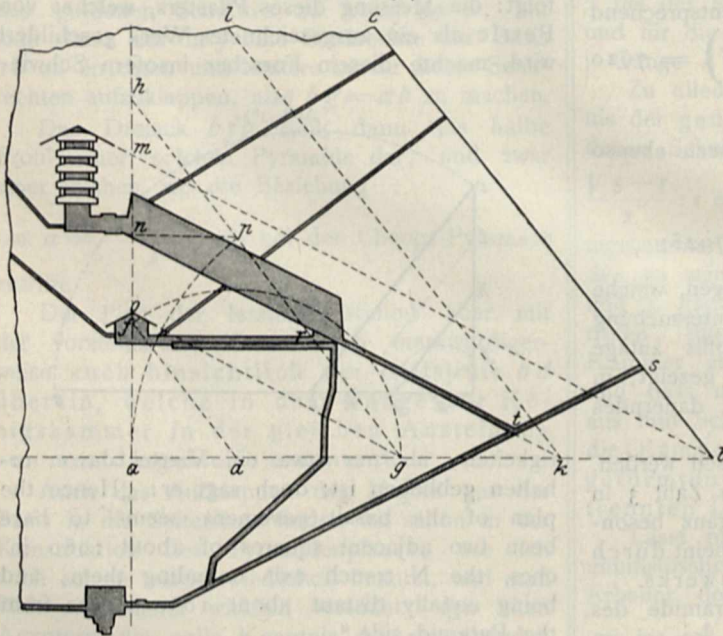
3. Die Sohle dieses, mit einem Falle von 1:2 zur unterirdischen Grabkammer führenden Haupteingangs bestimmt man, wenn man auf die Seitenlinie  $bc$  der Haupt- oder Deck-Pyramide  $C$  das Grundmass von  $ad = bs = 10$  Vierellen aufträgt.

4. Klappt man weiter das Mass  $ag = A$  (Länge des Basaltpflasters) in die Seitenlinie  $gh$  auf, indem man  $gp = ga$  macht, so gewinnt man das Niveau des Fussbodens in der Königskammer mit  $\frac{2160 \times 55}{70} = 1697''$  (von Petrie mit 1693" gemessen), und tut man

5. dasselbe mit dem halben Masse  $A$  (also der Breite des Basaltpflasters), so findet man das Niveau des Fussbodens in der Königinkammer mit 848,5".

Ich habe in meiner Abhandlung vom Jahre 1890 noch eine Reihe von Beziehungen angegeben, welche in dem Pyramidenplane ins Auge fallen, doch werden die vorstehend angeführten

Abb. 384.



der mittleren (Königs-)Pyramide wird aber durch einfache Halbierung der Strecke  $gb$  gefunden.

Auf Grund dieser Konstruktion resultieren also als Grundlinien der drei Pyramiden die Strecken

$$A = ag = \frac{144}{55} \times 10 = 26,182 \text{ Vierell.} = 2160,5''$$

$$B = ak = ag + 1189'' = 3349,5''$$

$$C = ab = ak + 1189'' = 55 \text{ Vierellen} = 4538,5''$$

Nun lässt sich aber zeigen, dass mit Hilfe der drei Fusspunkte  $g, k$  und  $b$  (Abb. 384) und der gewählten Grundmasse nahezu die gesamte innere Konstruktion der Pyramide aufgeklärt werden kann.

Halbiert man zunächst die Längen  $A = ag, B = ak$  und  $C = ab$ , trägt die Hälften über  $a$  in die Mittellinie der Pyramide auf

$$\left( ao = \frac{A}{2}, an = \frac{B}{2}, am = \frac{C}{2} \right) \text{ und verbindet}$$

Daten genügen, um darzutun, dass dort das Mass von  $\frac{144}{55} \times 10$  Vierellen = 2160" wiederholt zur Anwendung gelangte. Ebenso ist die Benützung der einfachen Elle zu 20,63 Zoll als ursprüngliche Masseinheit beim Bau der Pyramide auch noch dadurch bestätigt, dass

die Höhe der Galerie . . . . .  $4 \times 4 = 16$   
 die Höhe bis zum Deckenanlauf  $2 \times 4 = 8$   
 die ganze Breite derselben . . .  $2 \times 2 = 4$   
 die Mitte derselben . . . . .  $1 \times 2 = 2$   
 und die Breite der Bänke in der Galerie beiderseits . . . . .  $1 \times 1 = 1$   
 Elle messen.

Indem ich diese Ausführungen schliesse, verzichte ich, dem Grundsatz Petries folgend, gern darauf, noch anderen Vermutungen Raum zu geben, welche vielleicht wahr sein mögen, aber nicht durch ein System von Übereinstimmungen in verschiedenen Teilen des Baues gestützt werden.

Ich habe aus dieser Ursache auch der sonstigen, von Smyth geäusserten, höchst gewagten Behauptungen keine weitere Erwähnung getan, wie z. B., dass die Erde gerade  $10^{15}$  mal so schwer sei wie die Cheops-Pyramide unter Berücksichtigung ihrer Hohlräume und ihres spezifischen Gewichtes!

Nur als bezeichnendes Beispiel dafür, wie in Fällen, wo eine vermeintlich aufgefundene Beziehung mit der Wirklichkeit nicht gut übereinstimmen will, die letztere oft korrigiert wird, sei noch folgendes angeführt:

Nach Smyth soll der Inhalt des Sarkophags in der Königskammer 71317 Kubik-Pyramidenzoll betragen und dieser Wert durch  $\frac{1}{10}$  des Kubus von 2 Pyramidenmetern die Zahl 5,7 als das spezifische Gewicht der Erde ergeben.

Es sollte also die obige Zahl  $5,7 \times \frac{(2 \times 25)^3}{10} = 71250$  Kubik-Pyramidenzoll betragen, und es wird die fehlende Übereinstimmung durch die folgende Bemerkung hergestellt:

„Unter der oberen schwerverletzten Kante des Hohlraumes, welche kein genaues Mass zu nehmen gestattet, befindet sich eine Art Eichstrich, mit dessen Berücksichtigung der Inhalt zu 71258 Kubikzoll erhalten wird.“

Da nun mit dieser Zahl der oben berechnete Kubikinhalte nur um den 1200sten Teil herabgemindert wird, so müsste bei einer Tiefe des Sarkophags von 34,31 Zoll der fragliche Eichstrich in der Entfernung von nur 0,028" = 0,7 mm unter der oberen schwerverletzten Kante desselben angebracht worden sein, was man sich schwer vorstellen kann.

Aber die Zahl 5,7 kann ja nicht einmal heute den genauen Wert des spezifischen Gewichtes der Erde repräsentieren, und dieses konnte zur Zeit der Erbauung der Pyramide selbstverständlich noch weniger mit diesem Werte sichergestellt oder auch nur angenommen worden sein, und so kann ähnlichen Mutmassungen und Beweisführungen ein wissenschaftlicher Wert niemals beigemessen werden.

Da es der goldene Schnitt ist, den ich als die Grundlage des Planes der Cheops-Pyramide, und zwar schon vor 20 Jahren nachgewiesen zu haben glaube, sei es mir gestattet, auch noch jener interessanten Beziehung hier Erwähnung zu tun, mit deren damaligem Nachweis ich den vielen seit alters her bekannten Eigentümlichkeiten des goldenen Schnittes eine neue hinzugefügt habe.

Es ist dies die bemerkenswerte Tatsache, dass die sämtlichen trigonometrischen Funktionen des Pyramidenwinkels, wenn dieser dem Werte

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{5}-1}{2} \text{ entspricht, durchwegs, und}$$

zwar einschliesslich des Radius und auch der von mir eingeführten Funktionen *tangens versus*

$$\alpha = \sec \alpha - 1 = \frac{\sin \text{vers } \alpha}{\cos \alpha} \text{ und } \sin \text{us ex-}$$

$$\text{ternus } \alpha = \tan \alpha - \sin \alpha = \tan \alpha \sin \text{vers } \alpha$$

miteinander eine Subprogression des goldenen

Schnittes bilden und als geometrische Reihe mit dem Quotienten  $\sin \alpha = \sqrt{\cos \alpha}$  zugleich die Radien und Sehnen einer logarithmischen Spirale darstellen.

Es bestehen nämlich, wenn in dem das halbe Pyramidenprofil darstellenden Dreiecke *abc* (Abb. 385) *ad* = *ac* gemacht und von *d* die Senkrechten *de* und *df* auf *ac* und *bc* gefällt werden, die folgenden Beziehungen:

$$A = ab = \sec \alpha = \frac{1}{\sin^2 \alpha} = \frac{2}{\sqrt{5}-1} = 1,61803$$

$$B = bc = \tan \alpha = \frac{1}{\sin \alpha} = \sqrt{\frac{2}{\sqrt{5}-1}} = 1,27202$$

$$C = \left\{ \frac{ac}{ad} \right\} = 1 = 1 = 1 = 1$$

$$D = de = \sin \alpha = \sin \alpha = \sqrt{\frac{\sqrt{5}-1}{2}} = 0,78615$$

$$E = \left\{ \begin{array}{l} ae = \cos \alpha \\ db = \tan \text{vers } \alpha \end{array} \right\} = \sin^2 \alpha = \frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0,61803$$

$$F = bf = \sin \text{ext } \alpha = \sin^3 \alpha = \sqrt{\sqrt{5}-2} = 0,48587$$

$$G = fd = \sin \text{vers } \alpha = \sin^4 \alpha = \frac{3-\sqrt{5}}{2} = 0,38197$$

Diese sieben Glieder bilden also eine geometrische Reihe mit dem Quotienten  $\sin \alpha$ , und

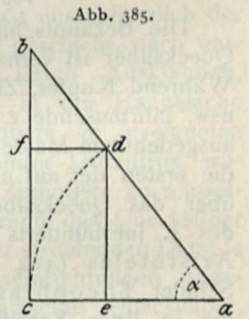


Abb. 385.

die vier Glieder  $A:C:E:G$  sowie die drei Glieder  $B:D:F$  zeigen die Progression des goldenen Schnittes mit dem Quotienten  $\sin^2 \alpha = \cos \alpha$ .

Parallel mit der siebengliedrigen Reihe läuft noch eine viergliedrige Reihe mit (laut Abb. 386)

$$H = bh = \sec \alpha - \operatorname{cosec} \alpha = \frac{1 - \sin \alpha}{\sin^2 \alpha} = 0,34601$$

$$I = \left\{ \begin{matrix} bk \\ dh \end{matrix} \right\} = \operatorname{tang} \alpha - 1 = \frac{1 - \sin \alpha}{\sin \alpha} = 0,27202$$

$$K = \left\{ \begin{matrix} kh \\ dl \end{matrix} \right\} = \cos \operatorname{vers} \alpha = 1 - \sin \alpha = 0,21385$$

$$L = hl = \cot \alpha - \cos \alpha = \sin \alpha (1 - \sin \alpha) = 0,16812$$

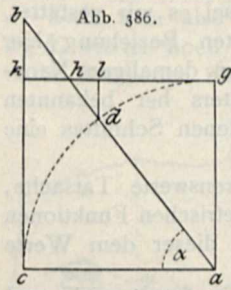


Abb. 386.

mit dem gleichen Quotienten  $\sin \alpha$ , wobei wieder die Proportion  $H:K = I:L$  das Verhältnis des goldenen Schnittes mit dem Quotienten  $\sin^2 \alpha = \cos \alpha$  zeigt. Die korrespondierenden Werte beider Reihen stehen zueinander aber in dem Verhältnisse

$$\frac{H}{A} = \frac{I}{B} = \frac{K}{C} = \frac{L}{D} = 1 - \sin \alpha.$$

[11729b]

## Über das Quecksilber, seine Gewinnung und Verwendung.

VON O. BECHSTEIN.

Die Bekanntschaft der Menschheit mit dem Quecksilber ist verhältnismässig neueren Datums. Während Kupfer, Zinn, Eisen, Blei, Gold, Silber usw. Jahrtausende v. Chr. bekannt waren und in ausgedehntem Masse verwendet wurden, stammen die ersten der auf uns gekommenen Nachrichten über das Quecksilber aus dem letzten Viertel des 4. Jahrhunderts v. Chr., und zwar sind es Aristoteles (384 bis 322 v. Chr.) und sein Schüler Theophrastos (372 bis 287 v. Chr.), die in ihren Schriften des „flüssigen Silbers“ Erwähnung tun. Theophrast kennt auch das Quecksilbererz, den Zinnober spanischer Herkunft, der aber wahrscheinlich den Griechen auch schon vor Theophrast bekannt war, und gibt ein Verfahren an, um aus diesem durch Zerkleinern und Vermischen mit Essig (!) Quecksilber zu gewinnen. Der römische Schriftsteller und Kriegsbaumeister Vitruvius, der im letzten Jahrhundert v. Chr. lebte, erwähnt gediegen vorkommendes und aus Zinnober gewonnenes Quecksilber und weiss, dass dieses Gold auflöst. Er berichtet auch, dass, wenn man Zinnober im Ofen brennt, dann Quecksilber sich verflüchtigt und (kondensiert) in Tropfen gesammelt werden könne. Plinius d. Ältere (23 bis 79 n. Chr.) führt sowohl diese Methode der Quecksilbergewinnung an wie auch die schon von Theophrast angegebene mit Essig. Plinius weiss aber auch, dass ausser dem Golde alle Metalle auf dem

Quecksilber schwimmen, er gibt an, dass man Quecksilber reinigen könne, indem man es durch lederne Beutel presst, er spricht von seiner Giftigkeit und warnt vor seiner Anwendung als Heilmittel. Ausser in der Medizin wurde das Quecksilber im ersten Jahrhundert n. Chr. schon bei der Vergoldung anderer Metalle und zur Wiedergewinnung von Gold, z. B. aus golddurchwirkten Stoffen, verwendet.

Gewonnen wurde das Quecksilber des Altertums in Spanien, in den Gruben von Sisapon, dem heutigen Almadén. Diese Quecksilbergruben waren römisches Staatseigentum und wurden an Unternehmer verpachtet. Die Verarbeitung des dort gewonnenen Zinnobers auf Quecksilber erfolgte aber nicht an Ort und Stelle, sondern zum grösseren Teile in Rom selbst.

Im Mittelalter, zur Blütezeit der Alchimie, spielte das Quecksilber, das man auf verschiedene Weise durch Ausschmelzen bzw. Abdestillieren aus dem Zinnober gewann, eine sehr wichtige Rolle. Es wurde als die „Mutter der Metalle“ angesehen, aus welcher mit dem „Vater“, dem Schwefel, alle Metalle gebildet sein sollten. Über die eigentliche Natur des Quecksilbers waren sich aber auch die Gelehrten des Mittelalters durchaus nicht klar, und erst Georg Agricola (1494 bis 1555) behauptete als Erster, dass Quecksilber ein Metall sei. Es dauerte indessen noch geraume Zeit, bis Agricolas Behauptung als richtig erwiesen und allgemein anerkannt wurde. Die Chemiker des 16., 17. und zum Teil noch des 18. Jahrhunderts hielten meist das Quecksilber für einen metallähnlichen Stoff, ein „Halbmetall“, bis im Jahre 1759 Braun in St. Petersburg den Beweis für seine Metalleigenschaft führte.

Das Quecksilber, das *Hydrargyros* der Griechen, *Argentum vivum* der Römer und *Mercurius* der Alchimisten, ist das einzige bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Metall und hat ein spezifisches Gewicht von 13,59, ein Atomgewicht von 200,4 und eine spezifische Wärme von 0,033. Es siedet bei 360 °C, verdampft schon stark bei gewöhnlicher Temperatur und erstarrt bei -39,5 °C; dabei wird es fest und dehnbar, sein spezifisches Gewicht erhöht sich auf 14,19. In reinem Zustande besitzt das Quecksilber eine zinnweisse Farbe und stark metallischen Glanz, an der Luft bleibt es bei gewöhnlicher Temperatur unverändert, oxydiert aber bei Erwärmung. Von Salzsäure und verdünnter Schwefelsäure wird Quecksilber nicht angegriffen, wohl aber von konzentrierter Schwefelsäure und Salpetersäure. Es verbindet sich mit Schwefel und Chlor und legiert sich mit den meisten Metallen zu Amalgamen, so mit Silber, Gold, Blei, Zinn, Zink, Wismut, Cadmium usw. Das Metall in fein verteiltem Zustande, die Quecksilberdämpfe und alle im Magensaft löslichen Quecksilbersalze sind äusserst giftig.

In der Natur kommt das Quecksilber, im Vergleich zum Vorkommen anderer Metalle, verhältnismässig selten vor, und zwar zum geringeren Teile gediegen (in Zinnerlagerstätten) und in Verbindung mit anderen Metallen — besonders mit Silber — als natürliches Amalgam, zum grössten Teil als Erz. Das wichtigste und häufigste Quecksilbererz ist der Zinner (Schwefelquecksilber), ein Mineral von roter bis bleigrauer Färbung mit bis zu 86 % Quecksilber. Das seltenere Quecksilbererz (Chlorquecksilber) enthält ebenfalls bis zu 85 % Quecksilber. Zu erwähnen sind ferner das Quecksilbererz, ein Gemenge aus viel Zinner, Idrialin, Kohle und Erde, das Quecksilbererz (Idrialit), ein Gemenge aus wenig Zinner, viel Idrialin, Tonerde, Kalk und etwas Kieselsäure, und die Fahlerze, Verbindungen von Schwefel mit Kupfer, Silber, Antimon, Arsen, Eisen, Zink, Quecksilber in wechselnder Zusammensetzung. Als Fundorte für Quecksilbererze kommen in der Hauptsache das schon oben erwähnte Almadén in Spanien, New Almadén in Kalifornien und Idria in Krain in Betracht. Weniger ergiebige Vorkommen werden in Russland (Ural und Baku), Mexiko, Italien abgebaut. In Deutschland finden sich Quecksilberlagerstätten bei Morsfeld und Morschellandsberg in der Pfalz\*), doch sind die dortigen Gruben seit dem Ende des 17. Jahrhunderts ausser Betrieb.

Das älteste Quecksilberbergwerk, das von Almadén im Westen der spanischen Provinz Ciudad Real, liefert Zinner in solcher Menge, dass damit etwa ein Drittel der gesamten Quecksilberausbeute der Erde gedeckt wird. Die Werke von Almadén, die nach dem Verfall der römischen Herrschaft von den Mauren ausgebeutet wurden und dann an die spanische Krone fielen, die sie von 1525 bis 1645 an die Fugger und seit 1836 an das Londoner Haus Rothschild verpachtete, beschäftigen etwa 4000 Arbeiter. Einer der in fast senkrechter Richtung verlaufenden Zinnergänge hat in der bis jetzt erreichten grössten Tiefe von 300 m etwa 16 m Mächtigkeit und nimmt mit der Tiefe immer noch zu. Wie in fast allen Zinnerlagern finden sich auch bei Almadén in den Zinner eingebettet vielfach grössere und kleinere Nester gediegenen Quecksilbers. Das im Jahre 1497 entdeckte Quecksilbervorkommen bei der Stadt Idria in Krain liefert neben Zinner und geringen Mengen gediegenen Metalls auch Quecksilbererz und Quecksilbererz. Seit dem Jahre 1580 sind die Idriagruben, die heute etwa 1500 Leute beschäftigen, Staatsbesitz. In den vierziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurden die Zinnerlager bei New Almadén in Kalifornien entdeckt, die so reich sind, dass

durch ihre Erschliessung schon nach wenigen Jahren dem von Rothschild, dem Pächter der spanischen Gruben, geschaffenen Monopol ein Ende bereitet wurde. Die Produktion der Gruben von New Almadén, die in einzelnen Jahren die spanische erreichte und sogar überstieg, ist in den letzten Jahren erheblich zurückgegangen, angeblich weil in den kalifornischen Goldwäschereien von Jahr zu Jahr weniger Quecksilber zur Amalgamierung gebraucht wird.

Über die Weltproduktion an Quecksilber in den letzten Jahren gibt die nachstehende, nach den Berichten der Metallgesellschaft und der Metallurgischen Gesellschaft A.-G. in Frankfurt a. M. zusammengestellte Tabelle Aufschluss:

Die Produktionsländer	lieferten Quecksilber in t in den Jahren									
	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Spanien . . .	1691	1357	1095	754	1425	968	1130	853	1300	—
Verein. Staaten	1078	1057	980	1027	1190	1243	1200	1043	963	687
Österr.-Ungarn	500	563	550	567	563	575	550	570	577	—
Russland . . .	362	360	304	363	416	362	332	318	210	130
Mexiko . . .	353	324	124	128	191	190	190	190	200	—
Italien . . .	173	206	270	278	270	313	357	369	418	423
Gesamterzeugung	4200	3900	3300	3100	4100	3600	3800	3300	3700	—

Wie die jährlichen Produktionsmengen in den einzelnen Ländern, so schwankt auch der Preis des Quecksilbers ziemlich stark. Zurzeit beträgt er etwa 500 M. für 100 kg.

Die Verarbeitung der Quecksilbererze auf Quecksilber — es kommt fast ausschliesslich der Zinner zur Verhüttung — geschieht, nach entsprechender Aufbereitung durch Ausklauben, Nasspochen oder Wäsche, in der Hauptsache durch Erhitzen des Zinner in geeigneten Schacht- oder Flammöfen unter Luftzutritt, wobei der Schwefelgehalt des Zinner zu schwefeliger Säure verbrennt, während das Quecksilber verdampft. Die aus den Öfen strömenden Dämpfe werden den Kondensationseinrichtungen zugeführt, in denen sich metallisches Quecksilber, Wasser, schweflige Säure, Schwefelsäure und der sogenannte Stupp, Quecksilberruss, niederschlagen. Der letztere besteht aus fein verteiltem Quecksilber in Verbindung mit Russ, Staub und anderen Verunreinigungen und wird ebenfalls gesammelt und wieder auf Quecksilber, von dem er bis zu 50 % seines Gewichtes enthält, verarbeitet. Die Kondensationseinrichtungen werden in verschiedener Weise ausgeführt. In Spanien verwendet man schon seit der Mitte des 17. Jahrhunderts die sogenannten Aludeln, birnenförmige Gefässe aus gebranntem Ton von etwa 1/2 m Länge, die zu sogenannten Aludelschnüren dadurch vereinigt werden, dass man den Hals der einen in das bauchige Ende der andern einführt und verkittet. Eine Reihe von solchen Aludelschnüren von je etwa 20 m Länge sind auf zwei gegeneinander geneigten Ebenen gelagert. Das niedergeschlagene Quecksilber fliesst durch

\*) Vgl. Prometheus XVII. Jahrg., S. 283.

kleine Öffnungen am Halse der Aludeln in Rinnen aus, welche es den Sammelgefässen zuführen. Nach dem Passieren der Aludelanlage werden die Gase noch durch eine grössere Kondensationskammer geleitet, in welcher sich die Reste des Quecksilbers niederschlagen, und werden dann durch einen Schornstein ins Freie geführt.

In Kalifornien kondensiert man das Quecksilber in gusseisernen, durch Wasser gekühlten, geneigt liegenden Schlangenrohren oder in rechteckigen, gusseisernen Kühlkästen, aus denen an der tiefsten Stelle das Quecksilber durch offene, in Wasser tauchende Röhren abfließt. An die Schlangen oder Kästen schliessen sich hölzerne Rohrleitungen an, welche die Gase hölzernen, mit Steinen gefüllten Türmen zuführen, die beständig von Wasser berieselt werden; dadurch wird der Rest des darin enthaltenen Quecksilbers den Gasen entzogen, ehe sie durch den Schornstein entweichen. Die gusseisernen Kondensationseinrichtungen werden naturgemäss durch das sich gleichfalls niederschlagende Wasser, welches Schwefelsäure und schweflige Säure enthält, in weit stärkerem Masse angegriffen als die tönernen Aludeln. Die früher in Idria verwendeten gemauerten Kondensationskammern sind nur mehr vereinzelt in Gebrauch, da die Poren der Ziegel Quecksilber ansaugen und dadurch erhebliche Materialverluste herbeiführen.

Andere Methoden der Quecksilbergewinnung aus Zinnober, durch Erhitzen mit Eisen, wobei als Nebenprodukt Schwefeleisen, oder mit Kalk, wobei Schwefelcalcium und Calciumsulfat gewonnen werden, sind fast ganz ausser Gebrauch gekommen, da sie nur für reiche Erze in Anwendung kommen können und die Gesundheit der beteiligten Arbeiter viel ungünstiger beeinflussen als das oben beschriebene Verfahren. Elektrolytische Gewinnungsverfahren sind bisher über das Versuchsstadium nicht hinausgekommen. Die Reinigung des gewonnenen Quecksilbers erfolgt durch nochmalige Destillation, oder indem man es durch Leder- oder Tuchbeutel hindurchpresst, welche die mechanisch beigelegten Verunreinigungen zurückhalten. In den Handel kommt das Quecksilber in schmiedeisernen Flaschen nach Art der bekannten Kohlensäureflaschen.

Die Verwendung des Quecksilbers ist eine sehr mannigfaltige. Seine Fähigkeit, sich leicht mit anderen Metallen zu legieren, zu amalgamieren, wird u. a. bei der Gewinnung von Gold und Silber zur Extraktion dieser Metalle aus den Erzen benutzt, indem man die vorher gerösteten (Silber) oder nicht gerösteten (Gold) Erze fein zerkleinert und mit Quecksilber und, je nach Art und Zusammensetzung der Erze, anderen Zusätzen vermengt. Dabei verbindet sich das Quecksilber mit dem Metallgehalt der Erze zu Gold- bzw. Silberamalgam, das von den

Rückständen getrennt und durch Pressen von dem überschüssenden, nicht gebundenen Quecksilber befreit wird. Aus dem Amalgam wird dann das Quecksilber abdestilliert und zu weiterer Verwendung wieder gewonnen, während Gold bzw. Silber zurückbleiben. Infolge der Einführung anderer, besserer Verhüttungsprozesse für Gold- und Silbererze ist indessen die Anwendung der Amalgamation im Rückgang begriffen. Auch in der Metalltechnik werden Gold- und Silberamalgam bei der Vergoldung und Versilberung von Metallgegenständen im Feuer verwendet. Die mit einem Überzug des Edelmetalles zu versehenen Gegenstände werden nach sorgfältiger Reinigung mit dem Amalgam bestrichen, und dann wird im Feuer das Quecksilber verdampft, wobei das Gold bzw. Silber als fester, haltbarer Überzug auf dem Metall haften bleibt. In der Spiegelfabrikation findet das Zinnamalgam als Belag des Spiegelglases Anwendung. Eine horizontale ebene Platte wird mit einer Schicht Zinnfolie (Staniol) bedeckt, und diese wird mehrmals mit Quecksilber übergossen. Dann wird die zu belegende Glasplatte aufgelegt, das überflüssige Quecksilber wird durch Anpressen der Glasplatte und durch Neigen der Unterlagplatte entfernt, das übrige amalgamiert sich mit dem Zinn und haftet nach einigen Tagen fest am Glase. Die Quecksilberspiegel werden aber durch die Silberspiegel mehr und mehr verdrängt, einmal, weil beim Belegen mit Quecksilber die Gesundheit der dabei tätigen Arbeiter durch Quecksilberdämpfe stark leidet, und dann auch, weil Silberspiegel weisses Licht mit einer dem Auge angenehmen, etwas rötlichen Färbung reflektieren, während das von Quecksilberspiegeln zurückgeworfene Licht eine fahle, grünliche Färbung hat. Zinnamalgam wird auch als Kitt für Glas und Metall verwendet, stellenweise, wie Kupferamalgam und Cadmiumamalgam, auch als Zahnkitt bei Herstellung künstlicher Gebisse usw. Zinn-Blei-Wismut-Amalgame werden in anatomische Präparate eingespritzt, um diese haltbarer zu machen, und Zinn-Zink-Amalgam, bekannt als Kienmayers Amalgam, wird zu Reibkissen bei Elektrisiermaschinen verwendet.

Zur Fabrikation des als Farbstoff geschätzten künstlichen Zinnobers wird ebenfalls Quecksilber verwendet, indem man es mit feingepulvertem Schwefel innig mischt und diese Mischung entweder mit einer Lösung von Schwefelkalium behandelt oder sie in Sublimierkolben erhitzt und dadurch in Zinnober überführt.

In der Technik wird das Quecksilber ferner verwendet zur Füllung von Thermometern (1714 von Fahrenheit angegeben), Barometern, Manometern, Quecksilberluftpumpen usw. und als Sperrflüssigkeit bei Laboratoriumsapparaturen für solche Gase, die vom Wasser und anderen Flüssigkeiten absorbiert werden.



In der Heilkunde werden das Quecksilber und seine Verbindungen, wie Quecksilberchlorid, Quecksilberchlorür (Kalomel), Quecksilberjodid, Quecksilberjodür, Quecksilberoxyd, salpetersaures Quecksilberoxydul, Quecksilberpräcipitat u. a., teils innerlich, teils äusserlich und zu Einspritzungen unter die Haut gegen syphilitische Erkrankungen, Entzündungen, als Abführmittel usw. verwendet. Sein neuestes Anwendungsgebiet hat das Quecksilber in der Quecksilberdampfampe\*) gefunden. [11751]

### Askau und Negativ.

Von JOSEF RIEDER, Steglitz.

Erst vor kurzem berichtete ich in dieser Zeitschrift\*\*) über die Anwendung des bekannten Askadruckes für den Dreifarbendruck und sprach von den Schwierigkeiten, die dadurch entstehen, dass man gezwungen ist, Farben in Staubform, die natürlich nicht transparent sein können, anzuwenden. Inzwischen ist es mir gelungen, den Askadruck so umzugestalten, dass diese Schwierigkeit vollständig wegfällt. Zugleich wird aber das Verfahren auch für einfarbige Photographie ungemein erleichtert, da man einesteils vom Negativ arbeiten kann, andernteils nicht mehr auf die Angabe des Photometers angewiesen ist, sondern eine genügend sichtbare Kopie erhält, um den Druck beurteilen zu können. Für das Verständnis dieses Fortschrittes dürfte es am besten sein, wenn ich auf die inzwischen ziemlich geklärte Theorie des Verfahrens etwas eingehe.

Wenn wir eine Asphaltlösung in einer Glasflasche längere Zeit dem Lichte aussetzen, so belegen sich allmählich die Wände mit einer Schicht von ungelöstem Asphalt, wobei der andere Teil der Lösung jedoch vollständig klar bleibt. Wir können uns diese Erscheinung nur so erklären, dass durch die Lichteinwirkung ein Teil des Asphaltes unlöslich geworden ist und dieser unlösliche Teil an den Wänden ausgeschieden wurde. Warum die Abscheidung in Form eines Belages der Glaswände erfolgt und nicht etwa, wie man vielleicht annehmen könnte, sich durch Trübung der Flüssigkeit bemerkbar macht, ist nicht ohne weiteres klar, doch scheint es gerade diese Eigentümlichkeit des Ausscheidens zu sein, die das Askauverfahren überhaupt möglich gemacht hat.

Nehmen wir nun die sogenannte Askaulösung, d. h. ein Gemisch von Asphalt und Kautschuk in einem Lösungsmittel, giessen diese auf eine Fläche auf und lassen sie eintrocknen, so bleibt anscheinend der Asphalt, der übrigens in dem

Gemisch stark in der Minderheit ist, auch in dem eingetrockneten Kautschuk in Lösung. Wir hätten es also mit einer sogenannten festen Lösung zu tun, die sich anscheinend nicht anders verhält als eine flüssige Asphaltlösung.

Unter diesen Umständen kann es uns nicht besonders wunderbar erscheinen, wenn auch hierbei der Asphalt im Lichte ausfällt und besonders da, wo das Licht die Schicht trifft, analog dem Flaschenversuch, was natürlich zur Folge hat, dass an diesen Stellen die Klebrigkeit des Kautschuks gewissermassen zugedeckt wird und die kopierten Stellen weniger leicht Pulver annehmen können als die unkopierten. Nehmen wir diese Voraussetzung als richtig an, so können wir uns vorstellen, dass mit diesem Vorgang noch andere Veränderungen der Schicht verbunden sein können. Giessen wir die Schicht auf eine Unterlage von Celluloid, kopieren alsdann und übergiessen mit einer alkoholischen Farblösung, so nehmen die kopierten Stellen Farbstoff an, während die unkopierten denselben zurückstossen. Durch die kopierte Askaschicht ist dabei die alkoholische Farbstofflösung diffundiert und in die Kollodiumschicht hineingedrungen. Wahrscheinlich ist durch die Ausscheidung des Asphaltes die Schicht eben entsprechend porös geworden. Im übrigen ist auch eine einfache Kautschukschicht kopierfähig in obigem Sinn. Kopieren wir auf eine solche, die ebenfalls auf Celluloidunterlage ruht, so erhalten wir vom Negativ ein Negativ, das allerdings ziemlich unvollkommen ist. Die Kautschukschicht in gewisser Dicke ist also für alkoholische Farben noch durchlässig, verliert jedoch diese Durchlässigkeit am Licht. Beim Asphalt-Kautschukgemisch gehen demnach zwei Vorgänge parallel vor sich. Einmal wird durch das Licht der Kautschuk für Farbstoff undurchlässig, um alsdann durch die Ausscheidung des Asphaltes wiederum porös zu werden.

Das neue Askapapier weist einige Unterschiede gegenüber dem Einstaubpapier auf, da die Schicht nicht klebrig zu sein braucht und ihr eine etwas andere Zusammensetzung gegeben werden kann, die sie widerstandsfähiger gegen mechanische Verletzungen macht. Ausserdem muss das Papier erst eine Celluloidunterlage erhalten, damit der gewünschte Effekt eintreten kann.

Derartige Papier wird also unter einem Negativ kopiert, und zwar kann man dazu Platten von verschiedener Qualität anwenden und ist nicht, wie beim Einstaubverfahren, auf sehr dünne Negative angewiesen. Richtig ist, dass auch hier weiche Platten am besten zu verwenden sind, doch kann man ebenso von guten normalen Platten gute Abzüge erhalten, und selbst zu harte Platten sind zur Not noch anwendbar. Ganz dünne Platten, die sonst bei anderen Ver-

\*) Vgl. *Prometheus* XIX. Jahrg., S. 280; XX. Jahrg., S. 220.

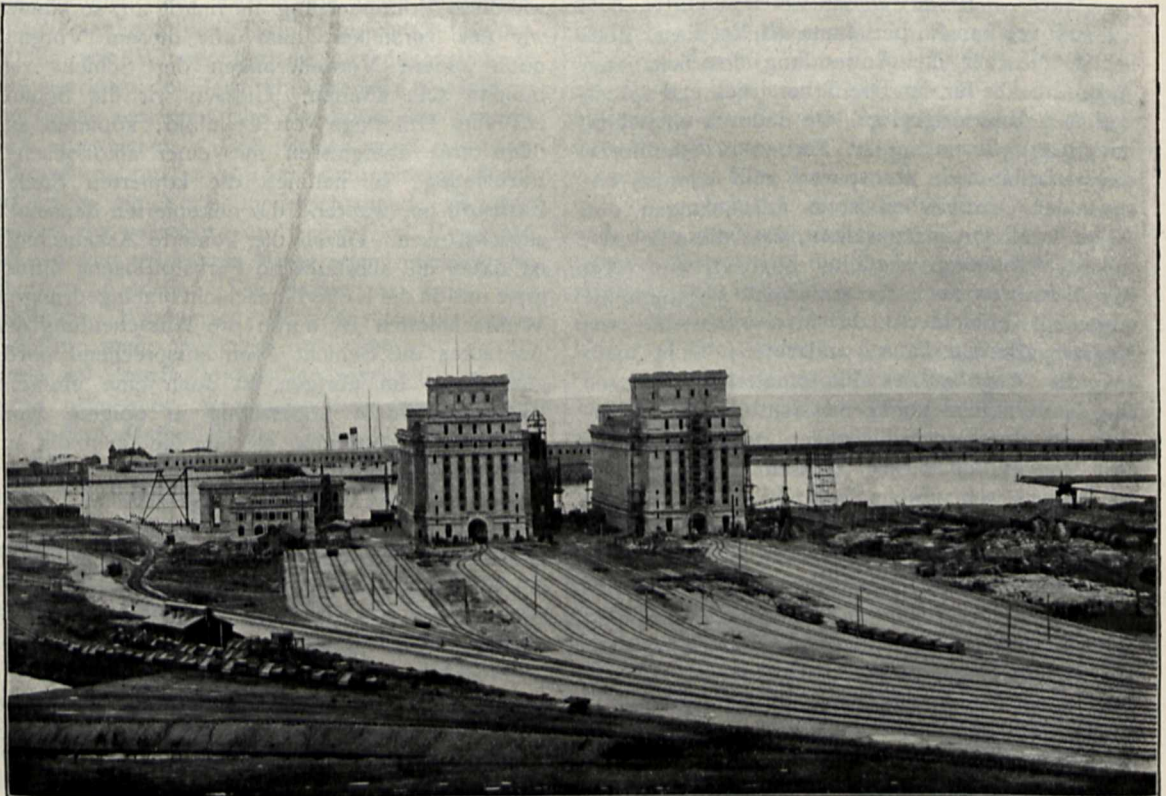
\*\*) Vgl. *Prometheus* XXI. Jahrg., S. 249.

fahren schlechten Effekt geben, geben bei dem Askaudruck ebenfalls noch befriedigende Resultate. Das Kopieren braucht nicht so absolut genau zu sein wie beim Einstaubverfahren, da man sich, wie wir sehen werden, bei der Entwicklung leicht helfen kann. Man kopiert, bis das sichtbare Bild an den Lichtern bereits Details zeigt, wobei in den Schatten die Zeichnung ganz gut verschwinden kann, ohne dass dies schadet. Alsdann setzt man den Druck vor der Entwicklung noch ein paar Minuten der vollen Einwirkung des zerstreuten Tageslichtes

mischen kann. Würde man in reinem Alkohol lösen, so erhielte man bei der Entwicklung bei vielen Farben ein halb negatives und halb positives Bild. Besser wird dies mit gewöhnlichem Brennspritus vermieden, und noch vorteilhafter ist es, demselben 10 bis 20% Glycerin beizumischen.

Diese Erscheinung lässt sich aus dem oben Gesagten ganz gut erklären. Ist ein Bild bei der Entwicklung zu hart geworden, so dass es an den Lichtern keine Halbtöne mehr zeigt, so ist dasselbe durchaus noch nicht verloren. Man

Abb. 387.



Silospeicher im Hafen von Constantza, Landseite.

aus, darf aber dabei nicht so weit gehen, dass das sichtbare Kopierbild am Lichte undeutlich wird. Nun faltet man an den Kanten einen kleinen Rand auf, so dass die Kopie selbst eine flache Koperschale bildet, und giesst nun die Entwicklungsflüssigkeit in diese hinein, um sie nach einer halben Minute wieder auszugießen. Es genügt dann, an der Wasserleitung den Rest abzuspülen, und das Bild ist fertig. Wenn man will, kann man die Askauschicht mit Benzin wegwaschen, wodurch das Bild an Weisse gewinnt, weil ja die Schicht eine leicht gelbliche Färbung hat. Zur Entwicklung werden spritlösliche Farbstoffe benutzt, und zwar hat man dafür keine grosse Auswahl nötig, da man ja mit einzelnen alle gewünschten Töne zusammen-

wäscht es gut ab, lässt es trocknen und stellt es dann längere Zeit, je nachdem viel oder wenig fehlt, ans Tageslicht. Wenn man dann ein zweites Mal kopiert, so kann man nun die fehlenden Halbtöne hervorrufen. Da durch die erste Entwicklung das Papier viel unempfindlicher geworden ist, geht diese Nachwirkung nur langsam vor sich, so dass man bei einiger Aufmerksamkeit keine grossen Fehler machen kann.

Es ist klar, dass dieses neue Verfahren, das übrigens vorzügliche Resultate gibt, wie schon eingangs erwähnt, nicht nur für den einfachen Druck, sondern auch für den Dreifarbendruck Vorteile besitzt, wie solche der Askaudruck als reines Einstaubverfahren nicht haben konnte.

## Der Hafen von Constantza.

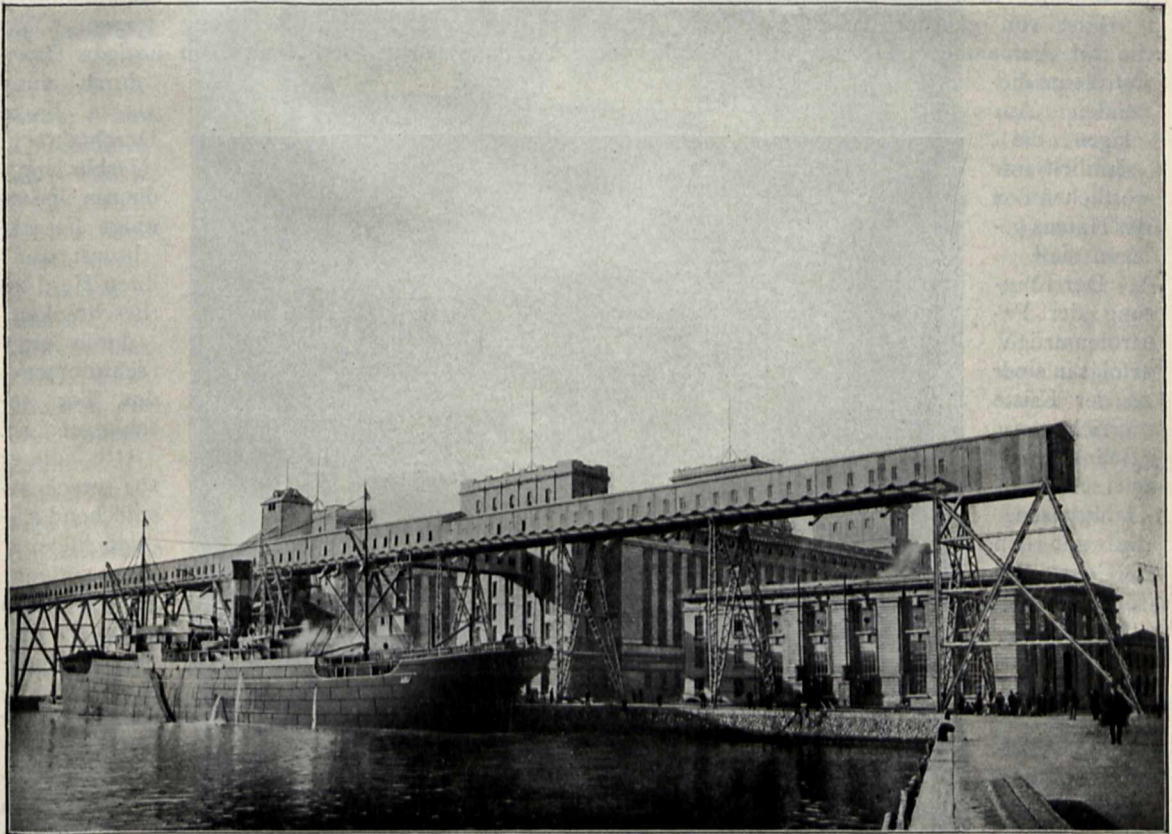
Von Dr. A. GRADENWITZ.  
Mit vier Abbildungen.

Da die nur wenig ausgedehnte Küste Rumäniens keinerlei natürliche Häfen von Bedeutung bietet, musste die Regierung in ihrem Wunsche, Handel und Verkehr des Landes zu fördern, an der günstigsten Stelle, in Anlehnung an eine vorhandene geringfügige Anlage zu Constantza, ein günstiges Hafenbassin schaffen. Nachdem schon

Schwarzen Meeres geschützt. Zu dem Hafenbassin gehören eine Anzahl Quais, grosse Maschinen- und Lokomotivwerkstätten, Dockeinrichtungen und vor allem grossartige Speicher- und Verladeanlagen.

Von besonderem Interesse sind die für den Umschlag von Getreide dienenden Anlagen, bestehend aus zwei Getreidespeichern, deren jeder 255 Silos enthält und 35 000 t Getreide aufnehmen kann, was ein Gesamtfassungsvermögen von 70 000 t ergibt. Hierzu kommt eine Einrichtung

Abb. 388.



Der Silospeicher von der Hafenseite.

im Oktober 1896 der Grundstein zur Erbauung eines neuen Hafens gelegt worden war, ist dieser vor kurzem dem Verkehr übergeben worden.

Die mit allen modernen Hilfsmitteln ausgestatteten Hafenanlagen sind mit ihren 70 Millionen Kilogramm fassenden Getreidespeichern die grössten des Kontinents. Sie bilden für die hauptsächlichsten Handelswaren Rumäniens, Petroleum, Getreide und Holz, einen allen Anforderungen entsprechenden Umschlaghafen, dessen Vollendung in erster Reihe dem Generaldirektor der Rumänischen Staatsbahnen, Herrn A. Saligny, zu verdanken ist.

Der Hafen wird durch kilometerlange ins Meer reichende Dämme vor den Stürmen des

zum unmittelbaren Umladen von Getreide aus den Eisenbahnwagen in die Schiffe, ein 570 m langes, an den Quais entlang laufendes Eisengerüst, das mit Schüttrichtern zur Abgabe des durch Bänder zugeführten Getreides in Teleskoprohre und sodann in die Schiffe versehen ist.

An den 570 m langen Quais der Getreidemole können fünf und ev. zehn Schiffe (in zwei Reihen) anlegen und gleichzeitig beladen werden. Die Getreidespeicher bedecken eine Fläche von je etwa 3000 qm und besitzen, vom Fundament bis zur Spitze der Elevatortürme gemessen, eine Höhe von 51 m. Der Getreidetransport wird in horizontaler Richtung durch Transportbänder und senkrecht durch Elevatoren

bewirkt. Ausser der Einspeicherung des in den Eisenbahnwagen ankommenden Getreides erfolgen in den aus armiertem Beton gebauten Riesenspeichern auch das Umladen des aufgespeicherten Getreides in Schiffe und seine Reinigung, Lüftung und Mischung sowie die Beförderung von einem Silo zum anderen. Die stündliche Leistung der einzelnen Apparate beträgt 150 t; da jedoch die beiden gleichartigen Bänder und Elevatoren der verschiedenen Teile eines Speichers gleichzeitig benutzt werden können, so ist es auch möglich, in jedem Speicher stündlich bis zu 300 t einzulagern und gleichzeitig dieselbe Getreidemenge in Schiffe zu verladen.

Fast von gleicher Wichtigkeit sind ferner die für Aufnahme, Lagerung und Ausfuhr von Petroleum dienenden Anlagen, die

sämtlich im westlichen Teil des Hafens gelegen sind.

Der Empfang der Petroleumzüge erfolgt in einer an der Küste errichteten Bahnstation mit sechs Zufahrtgleisen, die mit den in Constantza ankommenden Eisenbahnlinien verbunden sind. Zwischen diesen sechs Gleisen sind vier Abzugsleitungen vorgesehen, die

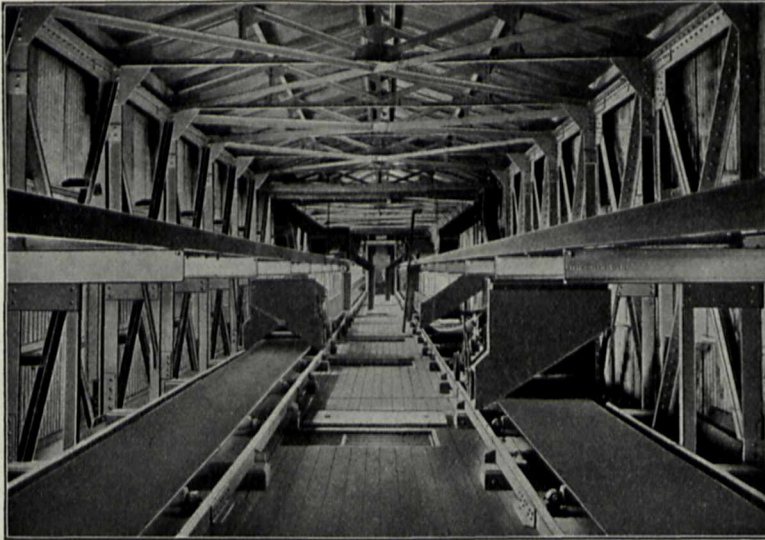
alle 3 m Verbindungsstützen besitzen, an die sich biegsame Rohre anschliessen; die anderen Enden dieser Rohre sind mit den Abzugshähnen der die Petroleumprodukte enthaltenden Eisenbahnwagen verbunden.

Jede dieser vier Leitungen ist für ein besonderes Produkt bestimmt (Benzin, raffiniertes Petroleum, destilliertes Petroleum und Rückstände); sie kann daher einen ganzen Zug entladen, der dasselbe Produkt enthält, und ist mit einem Aufnahmebehälter von 700 cbm verbunden, in den die Produkte unter einfacher Einwirkung der Schwerkraft einfliessen. Diese Aufnahmebehälter stehen mit 25 Lagerbehältern von 5000 cbm Fassungsvermögen durch drei Rohrleitungen in Verbindung, so dass man die Flüssigkeit aus jeder Leitung in irgendeinen Behälter laufen lassen kann. Für die Rückstände sind vier besondere Tanks aufgestellt. Das Umladen

der Petroleumprodukte in Schiffe wird durch fünf doppelt wirkende Kolbenpumpen besorgt, von denen die eine als Reserve dient. Diese von Benzinmotoren angetriebenen Pumpen saugen die Petroleumprodukte durch Leitungen an, die mit den Saugrohren der einzelnen Behälter in Verbindung stehen, und drücken sie alsdann in Rohrleitungen von je 1100 m bis in die Schiffe, die in dem Petroleumbecken beladen werden. Letzteres enthält vier aus Molen gebildete Lagerplätze von je 40 m Länge. Die Leitungen der Molen sind mit den Schiffen durch biegsame Rohre verbunden, die diesen eine gewisse Bewegung gestatten und daher den Schwankungen im Petroleumbecken Rechnung tragen. Das Petroleumbecken steht mit dem übrigen Hafen durch eine

40 m breite Durchfahrt in Verbindung, die, um eine etwaige Feuersbrunst auf ihren Herd zu beschränken, durch ein schwimmendes Tor geschlossen ist.

In dieser so zweckentsprechend eingerichteten, grossartigen Anlage kam natürlich für die Beleuchtung und Beschaffung der Betriebskraft



Die Verladebrücke mit den Förderbändern.

nur die Elektrizität in Frage. Die von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin erstellten elektrischen Anlagen sind kürzlich in Betrieb genommen worden. Die elektrische Kraft wird in einer grossen Zentrale unmittelbar am Hafenbassin erzeugt; das Gebäude ruht auf einem einzigen grossen, aus Beton hergestellten künstlichen Plateau.

Die Zentrale umfasst gegenwärtig vier Maschinenaggregate, die Gleichstrom von 440 Volt Spannung für Kraftzwecke erzeugen und für Beleuchtungszwecke ein Dreileiternetz von  $2 \times 220$  Volt speisen, das sich für Aussen- und Innenbeleuchtung über den ganzen Hafen erstreckt. Jede Dynamo leistet bei 155 Touren in der Minute 270 Kilowatt und ist mit einem Dieselmotor von 400 PS direkt gekuppelt; wenn die Maschinenanlage ausser Betrieb ist, wird der Beleuchtungsstrom von der als Reserve vorgesehenen grossen Akkumulatorbatterie geliefert.

Abb. 389.

Der grösste Teil der elektrischen Kraft wird in den Getreidespeichern verbraucht: alle zur Bewegung des Getreides dienenden Transportbänder und Elevatoren sowie die Vorrichtungen zur Reinigung und Sortierung des Getreides werden nämlich von einer grossen Anzahl Elektromotoren angetrieben. Ein elektrisches Signalsystem vermittelt die Überwachung und Kontrolle der Abwiegungsarbeiten. Auch die auf den Eisengerüsten ausserhalb der Speicherlaufenden Transportbänder und Elevatoren zum Umschlagen des Getreides in die Schiffe werden elektrisch angetrieben.

Ebenso befördern elektrische Lokomotiven die vom Inland kommenden Eisenbahnzüge von der Ankunftsstelle in die Speicher oder direkt zu den Getreideschiffen.

Die vor dem Einlaufen in den Petroleumhafen ihre Feuer löschenden Petroleumschiffe werden von einer Reihe elektrisch betriebener Spille

in bequemer und einfacher Weise in den Petroleumhafen hineingezogen. Ferner dient ein Schiffsaufzug mit elektrischen Winden zur Reparatur von kleineren Schiffen, während die Errichtung grösserer Dockanlagen erst weiterhin erfolgen soll.

Die maschinellen Einrichtungen der Getreidespeicher und die Umladevorrichtungen sind von der Firma G. Luther A.-G. in Braunschweig erstellt worden, der daher ein hervorragender Anteil an dem Bau dieses grossartigen Hafens zukommt.

## RUNDSCHAU.

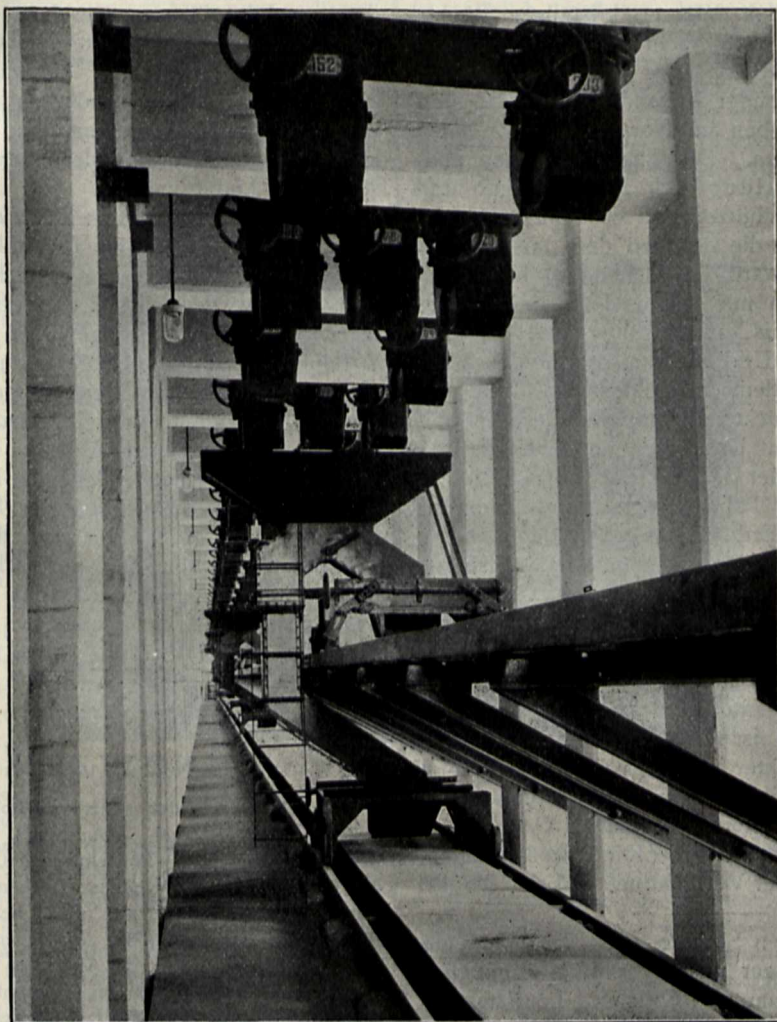
Holder Frühling! Seit Jahrtausenden haben die Menschen dich besungen, und in aller Zukunft werden sie es immer und immer wieder tun. Ewig jung und begeisternd, wie du selbst, bleiben die Lieder, die dich preisen. Immer wieder erscheinst du als ein Held und bekämpfst die finsternen Mächte des Winters, immer wieder bleibst du der Sieger, und dann reift deine junge Schönheit zur starken Kraft des erntespendenden Sommers.

Immer? Wir meinen es, weil unser Leben nur ein Hauch ist in der Geschichte unsrer Erde, und weil wir nur die Siege des Frühlings und des erwachenden Lebens sehen, das er verkörpert. Aber es war nicht immer so. Das alte Lied lügt nicht, das uns erzählt von Baldur, dem Liebling der Götter, der erschlagen ward im Glanze seiner jugendlichen Schön-

heit. Auch den Mächten der Finsternis wird Gewalt verliehen, auch sie können siegen in ihrem Kampfe gegen das göttliche Leben, sie haben gesiegt, und sie siegen noch.

Es gab eine Zeit, da das Leben den Erdball eroberte. Über das nackte Gestein spannten Moose ihren Sammetteppich und schufen das milde Erdreich, in dem Gräser und Blumen spriessen. Vom Süden, aus den Breiten des Lichtes und der Wärme, wanderte das Leben und seine Schönheit immer weiter nach Norden, in die Länder der Mitternachtssonne.

Abb. 390.



Förderbänder unterhalb der Silos.

Nach den Blumen, die mit grossen lachenden Augen die neue Welt angeblickt hatten, in der sie emporgesprosst waren, kamen die Sträucher und die Bäume. Auf den Inseln, die wir heute im Eismeer suchen, reckten königliche Palmen ihre stolzen Häupter einem azurnen Himmel entgegen. Bunte Vögel, ein Heer von schimmernden und summenden Insekten bevölkerten die von Blumendüften erfüllte Luft. Allerlei Getier nährte sich von den Früchten des Waldes und trank das Wasser kristallner Bäche, die herabstürzten vom hochragenden Gebirge.

Das waren die Tage des göttlichen Baldur. Die Tage strahlender Jugend und Liebe und Schönheit hoch oben im Norden, den wir heute den eisigen nennen. Die Tage, in denen alles Lebende dem Baldur sich zu eigen gab und gelobte, ihn zu schützen und zu schirmen.

Aber es kam die Zeit, wo dem bösen Loki Macht gegeben ward im lachenden, blühenden Norden. Er kam mit seinen Helfern, den Riesen der Finsternis, mit Schnee und Eis und grimmer Kälte. Und erschlug den holden Baldur, der niemandem ein Leides getan und nur die Welt geschmückt hatte mit Waldesgrün und lachenden Blumen. Und Odin und Freyja standen weinend an der Bahre ihres schönen Kindes.

Wo einst die Palmen ragten und jauchzendes Leben die Erde schmückte, deckt heute schimmerndes Eis den nackten Fels. Eisberge treiben auf dem blauen Meer und tragen die Kunde von Tod und ewiger Erstarrung von einer Insel zur andren. Und wo einst die muntern Vögel ihre Jubellieder sangen, schallt heute der grausige Donner berstender und stürzender Gletscher. Das ist ein ander Lied als die, welche unsre Dichter zu ihrer Laute singen in jedem jungen Frühling, grösser und gewaltiger, aber ein Lied, in dem die Klagen Odins und der Freyja um das verlorne Kind wiederklingen, ein Hohes Lied der Vernichtung und des Todes!

In den wenigen Sommertagen, in denen alljährlich das Eismeer unsren Schiffen zugänglich wird, ziehen Scharen fröhlicher Touristen in dieses Reich des Todes, um es kennen zu lernen und sich an seiner grimmen Schönheit zu weiden. Gar mancher von ihnen sieht nur das tiefblaue Meer und das leuchtende, starre Eis und die blutrote Pracht der Sonne am mitternächtigen Himmel. Und jubelt über so wunderbare Schönheit. Aber er denkt nicht daran, dass es die starrende Schönheit des Todes ist, die Majestät des Erzfeindes alles Lebens und aller Liebe, die er jauchzend begrüsst hat. Die schimmernde Pracht des bösen Loki, der auch ihn einst erschlagen wird, wie er den holden Baldur erschlug, vielleicht gerade im lachenden Frühling, um ihn fortzuschleppen in das Reich der Finsternis.

Aber manch ein anderer wandelt nachdenklichen Sinnes an den Gestaden des Eismeers. Er prüft das Gestein mit Schlägel und Hammer und zwingt die Felsen, ihm ihre Geschichte zu erzählen. Und in der Kohle, die ihm plötzlich entgegentritt, geben sie ihm Antwort. Da liegen sie vor ihm, die düsteren Überreste eines lachenden Lebens, das einst an diesen Gestaden pulsierte. Noch einmal blüht es empor vor seinem geistigen Auge in all der holden Schönheit, die ihm vor Jahrmillionen zu eigen war. Aus den morschen braunen Splittern erstehen ihm die königlichen Palmen und die ragenden Bäume. Er glaubt die Vögel wieder zu sehen, die sich in ihren Zweigen wiegten, und wie verträumt klingt in den Donner der Gletscher ihr zwitscherndes Liebeslied.

Und dann gedenkt er der *Edda*, des hehren Sanges, in dem das ernste Volk des Eislandes es aufgezeichnet hat, wie es sich alles begeben hat, und wie der böse Loki den holden Baldur erschlug. Ein ewiges Lied, das dröhnend fortklingt durch die Länder und die Zeiten. Kein Lügenlied, das Menschengestalt ersann, um müssige Stunden zu vertreiben, sondern ein Lied, das in menschlichen Lauten dieselbe ewige Wahrheit verkündet, welche die Natur mit ehernem Griffel in die Felsen der Inseln des Eismeers schrieb, die Mähr von der Jugend und Schönheit, die von den nordischen Riesen der Finsternis erschlagen ward, das Hohe Lied der Vernichtung und des Todes.

OTTO N. WITT. [11779]

## NOTIZEN.

**Lehmkliffs an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste.** (Mit einer Abbildung.) Charakteristische Partien der schleswig-holsteinischen Ostseeküste bilden die steilen, oft mit schönem Buchenwald bestandenen Lehmkliffs, wie solche sich z. B. bei Viktoriabad im Kreise Hadersleben, an der Apenrader und Flensburger Förhrde, an der Küste von Alsen, an der Eckernförder Bucht, am Kieler Hafen, bei Howacht und an der Lübecker Bucht finden. Vielfach bestehen sie fast ganz aus Geschiebemergel und sind entstanden aus der Grundmoräne der letzten Vergletscherung. Manche derselben haben ursprünglich mehrere Kilometer weiter ins Meer hinausgeragt. Aber die Hochfluten, andere Witterungseinflüsse und die Stürme haben sie von Jahr zu Jahr verkleinert und nagen noch fortwährend daran. Der Königliche Landesgeologe Herr Dr. W. Wolff erwähnt in seiner im 20. Jahrgang der schleswig-holsteinischen Monatsschrift *Die Heimat* veröffentlichten, interessanten Arbeit: *Der Boden von Schwansen und seine Entstehung*, das südlich von der Schleimündung emporragende lange Kliff von Schönhausen, über dessen alljährliche Verkleinerung er folgende Äusserung des Herrn Gutsinspektor Hass anführt: „Man kann dies so recht im Frühjahr an den Pflugfurchen beobachten, welche im Herbst in ganzer Länge — also ohne Unterbrechungen —

gepflügt sind, während man im Frühjahr 3 bis 4 Furchen in abgerissenem Zustande vorfindet. Hieraus würden man schliessen können, dass die Abbröckelung in normalen Jahren bis zu  $\frac{1}{4}$  m stattfindet. Es kann wohl mit einiger Sicherheit behauptet werden, dass seit Menschengedenken eine Fläche Landes von 10 bis 15 m verloren gegangen ist.“ „Wahrscheinlich wird man“, so fügt Dr. Wolff hinzu, „einen noch grösseren Betrag annehmen müssen; ein nach Aufbau und Lage dem Schönhagener ganz ähnliches Kliff, nämlich das Brodtener Ufer an der Lübecker Bucht, über welches genauere Nachrichten und Messungen vorliegen, hat nämlich im Zeitraum von 90 Jahren (1810—1900) nicht weniger als 110 bis 120 m, also jährlich 1,2 m verloren.“

Wenn nun solch ein Kliff auf seiner Höhe oder nur an seinem Rande Bäume und Sträucher trägt, so stürzen oder rutschen manche derselben, sobald ihnen bei den fortschreitenden Zerstörungen der Halt entzogen wird, an den Strand hinunter, und hin und wieder findet solch ein verunglückter Baum oder Strauch auf halber

Höhe oder am Fusse des Kliffs für etliche Zeit genügend Halt und Nahrung, um lustig weiter zu grünen und zu spriessen.

Ein interessantes Beispiel, wie dabei die Pflanze sich der neuen Lage anzupassen lernt, zeigt die Abbildung 391, auf der eine herabgestürzte Salweide (*Salix caprea*) zu

erkennen ist, die an der Eckernförder Bucht am Strande von Sophienruh etwas nördlich vom Gestade des Gutes Hemmelmark, des Besitztums des Prinzen Heinrich von Preussen, sich findet. Kopfüber liegt die Weide da; die beiden Stämme, die dicht an der höher liegenden Wurzel 1,60 m und 1,64 m im Umfang messen, stehen fast wagrecht ab. Wogen und Wind zerzausen oft die Krone, aber gleichsam ihnen zum Trotz haben die nach oben gerichteten Seitentriebe sich kräftig entwickelt und tragen alljährlich im Frühjahr zahlreiche Kätzchen und nach deren Verblühen reichen Blatterschmuck.

F. LORENTZEN. [11737]



Herabgestürzte Weide am Strande der Eckernförder Bucht.

**Bakelit**, ein neues, nach seinem Erfinder, dem Amerikaner Dr. Baekeland, benanntes Material, wird, ebenso wie das als Resinit bezeichnete künstliche Harz, dadurch erhalten, dass man Phenole mit Formaldehyd behandelt. Baekeland nimmt Phenol und Formaldehyd zu gleichen Teilen und setzt eine geringe Menge Alkali zu. Bei der Erwärmung bildet sich eine schwerere, zu Boden sinkende Substanz, über welcher eine wässrige Lösung schwimmt. Letztere wird entfernt, erstere nennt Baekeland flüssiges Bakelit oder das Bakelit A. Bei weiterer Erwärmung des Produktes A bildet sich das Bakelit

B, eine etwa teigartige Masse, die dann bei noch weiterer Erwärmung auf etwa 160 bis 180° C, die unter Druck erfolgt, da die Masse infolge der sich entwickelnden Gase sonst schwammig und porös wird, in das feste Bakelit C, das Endprodukt, übergeht. Das Bakelit A, das mehr oder weniger dünnflüssig bis nahezu fest hergestellt werden kann, ist in Natronlauge, in Aceton und in Alkohol löslich; Bakelit B erweicht bei der Erwärmung, schmilzt aber nicht und wird durch Abkühlung wieder fester, es ist unlöslich und wird durch Zusatz von Alkohol und Phenol erweicht. Bakelit C ist unlöslich, wird von den meisten Chemikalien nicht angegriffen, leitet Wärme und Elektrizität sehr schlecht und widersteht der Wärme bis zu 300° C. Diese Eigenschaften des neuen Materials lassen es für verschiedene technische Zwecke sehr geeignet erscheinen. So kann man Holz, Papier, Asbest und andere poröse Stoffe mit Bakelit A tränken und dieses dann durch

Erhitzen unter Druck in C überführen. Auf diese Weise behandeltes Holz ist sehr hart und fest, fault nicht, widersteht dem Angriff von verdünnten Säuren und ist ein schlechter Elektrizitätsleiter. Umspannener Draht kann ebenfalls mit Bakelit getränkt werden, und die aus solchem Draht hergestellten

Wicklungen und Spulen sind nach erfolgter Erwärmung zur Überführung des Bakelit A in C mit einer harten, festen Isolationsmasse über-

zogen, welche der Wärme besser widersteht als Gummi oder Schellack. Auch nicht poröse Stoffe, z. B. Metalle, können mit einer festen Schicht von Bakelit überzogen werden, indem man sie in dickflüssiges A taucht und dann unter Druck erhitzt. Da sich Bakelit auch formen lässt und mit verschiedenen Füllstoffen, wie Kieselgur, Asbest, Ton, Sägespänen, Graphit usw., gemischt werden kann, so lassen sich die verschiedenartigsten Gegenstände aus dem neuen Material herstellen. Vor allem kommen Isolatoren für elektrische Leitungen in Betracht, da solche aus Bakelit allen atmosphärischen Einflüssen sehr gut widerstehen und gegen Erschütterungen und Stöße widerstandsfähiger sind als Porzellanisolatoren. Das fertige Bakelit C lässt sich auch — sowohl mit wie ohne Füllstoffe — sehr gut bearbeiten: sägen, drehen, feilen, polieren usw. Aus dem Gesagten ergibt sich, dass Bakelit als Ersatz für Kautschuk, Ebonit und ähnliche Stoffe besonders für die Elektrotechnik in Betracht kommt, da es der Wärme und anderen Einflüssen besser widersteht als diese. Der Herstellungspreis des Bakelit soll verhältnismässig gering sein und seine Verwendung sehr unterstützen.

O. B. [11753]

\* \* \*

**Prüfung der Metallfadenlampen gegen Stoss.** (Mit einer Abbildung.) Metallfadenlampen, die an Schnurpendeln oder Stangen aufgehängt werden sollen, sind Erschütterungen ausgesetzt, welche die spröden Metallfäden leicht zerstören. Nach der *Elektrotechnischen Zeitschrift* 1910, Heft 9, hat nun die Obertelegrapheninspektion der Schweizerischen Bundesbahnen in Bern ein Prüfverfahren ausgebildet, welches die Widerstandsfähigkeit der Lampen gegen Stoss in einfacher Weise zu messen gestattet.

In einer V-förmigen Rinne, welche mit Zentimeterteilung versehen und um 10% geneigt ist, rollt eine mit Blei ausgefüllte Gummikugel von 120 g Gewicht und 40 mm Aussendurchmesser. Am Ende dieser schiefen Ebene wird die zu prüfende Lampe aufgehängt. Bei der Prüfung werden die Lampen zuerst schwachen Stössen ausgesetzt, dann stärkeren, bis der Fadenbruch erfolgt. Die Stärke der Stösse wird durch die Fallräume  $L$  der Kugel bestimmt. Die Zusammenstellung der Versuche ergab das folgende Resultat:

1. Die Festigkeit der Metallfadenlampen lässt sich durch bei den verschiedenen Lampensorten verschiedene Zahlen ausdrücken.

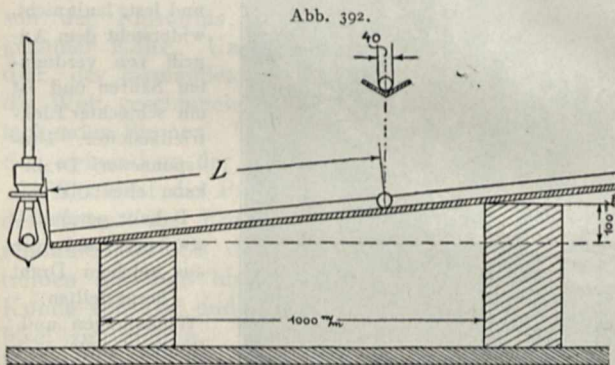


Abb. 392.

2. Zwischen Festigkeit und spezifischem Effektverbrauch besteht kein Zusammenhang.

3. Die Festigkeit bei gleicher Spannung ist um so grösser, je kleiner die Lichtstärke.

4. Bei gleicher Lichtstärke ist die Festigkeit um so grösser, je kleiner die Spannung.

5. Lampen einiger Firmen haben Teile, die ebenso empfindlich gegen Stoss wie der Metallfaden selbst sind.

Es ergab die Prüfung einer grösseren Anzahl von Lampen folgendes Resultat:

Firma	Spezif. Wattverbrauch	Weglänge in cm
A	1,2	33
B	1,32	36
C	1,19	37,5
D	1,23	41
E	1,20	42,5
F	1,25	53
G	1,14	57
G	1,17	90
G	1,07	47,5
G	1,08	32,5
G	1,22	25

Lampen, welche Stösse von 80 cm Weglänge aushalten, dürfen ohne Bedenken für Schnurpendel und Stangen Verwendung finden. Der Faden im glühenden Zustande ist weit weniger empfindlich, es empfiehlt sich daher, die Lampen im brennenden Zustande zu reinigen.

[11733]

\* \* \*

**Von Fremdkörpern durchsetzte Legierungen.** Die neueren Arbeiten auf dem Gebiete der Legierungen haben gezeigt, dass das Schmelzen und das Erstarren von Legierungen nicht bei einer bestimmten Temperatur plötzlich und vollständig erfolgen, dass diese Vorgänge sich vielmehr innerhalb eines grösseren oder kleineren Temperaturintervalls vollziehen; d. h. innerhalb zweier bestimmter Temperaturen, deren Entfernung voneinander von der Zusammensetzung der Legierung abhängig ist, besteht diese aus festen und flüssigen Teilen, derart, dass beim Überwiegen der flüssigen Bestandteile in diesen feste Metallteile schwimmen, oder dass, wenn der grössere Teil der Masse schon fest ist, diese festen Teile von noch flüssigen Bestandteilen durchsetzt sind. Bei entsprechendem Verhältnis der festen zu den flüssigen Bestandteilen entsteht eine teigartige Masse, die durch Konstanthaltung der Temperatur in diesem Zustande erhalten werden kann. Von diesen Tatsachen ging Professor K. Friedrich bei seinen neuesten Versuchen aus, über welche er in der Zeitschrift *Metallurgie* berichtet. Er mischte unter teigige Legierungen Fremdkörper verschiedener Art, die sich natürlich mit der Legierung nicht legierten, liess dann unter Anwendung von Druck die Masse erkalten und erhielt auf diese Weise ganz neue Stoffe: mit Fremdkörpern durchsetzte Legierungen. U. a. setzte Professor Friedrich einer Legierung aus 90 Prozent Zinn und 10 Prozent Kupfer bei einer Temperatur von 220° C blaues Smalteglas zu und erhielt nach dem Erkalten ein weisses Metall mit

blauen Einsprengungen. Ferner mischte er zu einer Legierung von 98 Prozent Blei und 2 Prozent Antimon etwa 10 Prozent Eisenfeilspäne und erhielt eine Art von Hartblei. Welche Bedeutung das Friedrichsche Verfahren für die Metalltechnik erlangen wird, lässt sich natürlich zurzeit noch nicht übersehen. Für Zier- und Schmuckgegenstände aus Metall dürften die durchsetzten Legierungen ein dankbares Material darstellen, mit dessen Hilfe sich bisher nicht gekannte, hübsche Farbenwirkungen erzielen lassen würden: weisse Grundmetalle mit Einsprengungen von gelben, roten oder dunkeln, mit bunten Gläsern oder Emailen usw. Dann kann man mit Hilfe des Verfahrens auch die Härte von Legierungen wohl beeinflussen, durch Zusatz von härteren Metallen, Quarz, Carborund usw., und schliesslich kann man auch daran denken, teure Legierungsbestandteile durch billige Zusätze, die gleiche oder ähnliche Wirkungen auf die Eigenschaften des Ganzen hervorbringen, zu ersetzen, wie bei dem oben angeführten Zusatz von Eisen zum Blei an Stelle des teureren Antimons. Bn. [11752]