



ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

Durch alle Buchhand-
lungen und Postanstalten
zu beziehen.

herausgegeben von

WA. OSTWALD.

Erscheint wöchentlich einmal.
Preis vierteljährlich
4 Mark.

Verlag von Otto Spamer in Leipzig.

Nr. 1228. Jahrg. XXIV. 32. Jeder Nachdruck aus dieser Zeitschrift ist verboten.

10. Mai 1913.

Inhalt: Über das neue Verfahren von Professor Hannover zur Herstellung poröser Metalle. Von Prof. Dr. RICHARD LORENZ. Mit zehn Abbildungen. — Gespritzte Metallschichten nach den Verfahren von M. U. Schoop, Zürich. Von Regierungsrat Dr. LACH. Mit acht Abbildungen. (Fortsetzung.) — Gletscherschrammen. Von Prof. Dr. FERD. RICHTERS. Mit zwei Abbildungen. — Ein wanderndes Operationszimmer. Von Dr. A. GRADENWITZ. Mit einer Abbildung. — Rundschau: Neuere Forschungen über Chlorophyll. Von Priv.-Doz. Dr. GAY. — Notizen: August Toepler. — Über Marlekor II. — Astronomische Nachrichten: Physik der Sonne. — Bücherschau.

Über das neue Verfahren von Professor Hannover zur Herstellung poröser Metalle*).

Von Prof. Dr. RICHARD LORENZ.
Mit zehn Abbildungen.

Staubfeine Pulver besitzen sehr häufig Eigenschaften, die uns an den kompakten Körpern, aus denen sie hergestellt sind, nicht auffallen. Besonders deutlich tritt dies Verhalten an Metallpulvern auf; es beruht darauf, daß die Oberflächenentwicklung eines Stoffes seine physikalischen und chemischen Eigenschaften stark verändert. Exakter ausgedrückt: durch die Oberflächenentwicklung eines Stoffes werden diejenigen Eigenschaften sinnfälliger, welche eine Funktion der Oberfläche sind. Dies rührt daher, daß kleine Teilchen eine im Verhältnis zu ihrem Volumen viel größere Oberfläche be-

sitzen als große Teilchen (z. B. Kugeln). Je kleiner eine Kugel ist, desto mehr werden daher die Eigenschaften der Oberfläche, gegenüber den anderen Eigenschaften des Körpers der Kugel hervortreten.

Andererseits kann man, selbst wenn eine solche Verschiebung der Eigenschaften nicht augenfällig wird, häufig charakteristische Eigenschaften eines Stoffes noch bei erstaunlich großer Verteilung oder Verdünnung feststellen.

So kann man beispielsweise auf chemischem Wege die giftige Blausäure noch in Mengen von 10^{-6} g nachweisen. Die Spektralanalyse stellt Kochsalz in Mengen von 10^{-9} g noch mit Bestimmtheit fest. Die optische Analyse zeigt die Anwesenheit von 10^{-11} g Metylenblau in einem cm Wasser. Die verfeinerte optische Analyse, welche auf Beobachtung der Polarisationserscheinungen des Lichts beruht, erstreckt die Empfindlichkeit der optischen Analyse auf 10^{-15} g. Die menschliche Nase nimmt Moschus in einem Quantum von 10^{-12} g im

*) Nach einem am 1. Februar 1913 im Physikalischen Verein zu Frankfurt a. M. gehaltenen Vortrage.

cbm Luft wahr. Faraday stellte Goldblättchen her, welche eine Dicke von nur $5 \cdot 10^{-9}$ cm besaßen.

Optische Beobachtungen ermöglichten Königsberger, Blei in Gestalt von Blei-Superoxyd in einem Betrage von $78 \cdot 10^{-8}$ g pro qcm nachzuweisen, das elektrolytisch auf einem Platinspiegel niedergeschlagen war. Diese geringe Menge zeigte bereits die vom Akkumulator her geläufige Polarisationsspannung von rund 2 Volt. Es ergibt dies eine Dicke der „Masse-schicht“ dieses Akkumulators von etwa der doppelten Dicke einer Molekel.

Bei kolloiden Lösungen erreicht man Kleinheiten der einzelnen Teilchen von 200 bis $6 \cdot 10^{-6}$ mm (Durchmesser).

Platindrähte vermochte man nach dem im *Prometheus* gelegentlich geschilderten Verfahren mit einem Durchmesser von $8 \cdot 10^{-5}$ cm herzustellen. 140 solche Platindrähte zusammengelegt ergeben erst die Dicke eines Spinnfadens.

Ein Beispiel dafür, wie bei derartiger gewaltiger Oberflächenentwicklung die chemischen Eigenschaften des Stoffes sich ändern, ist das Aufflammen feinen Antimonpulvers beim Einschütten in Chlorgas von Zimmertemperatur, wobei bekanntlich Antimonchlorid entsteht. Eisen von großer Oberflächenentwicklung, wie man es beispielsweise durch Reduzieren von Eisenoxalat herstellen kann, ist pyrophor, d. h. es entzündet sich, wenn es bei Zimmertemperatur mit Luft oder gar mit Sauerstoff in Berührung kommt.

Eine interessante Reaktion, welche auf der katalytischen Eigenschaft des Platins beruht, die selbst wieder von dessen Oberflächenentwicklung abhängt, findet bei der Jägerschen Rauchverbrennungslampe statt. Hier wird Methylalkohol an einer glühenden Platinoberfläche, die man durch erstmaliges Anzünden der Lampe und nachheriges Auslöschen der Flamme erzeugte, mit dem Luftsauerstoff in Formaldehyd umgewandelt, welches die Eigenschaft hat, den Zigarrenrauch aus der Luft zu entfernen. Die kleinen freischwebenden Rauchteilchen werden dabei zu größeren zusammengeballt, die alsbald zu Boden fallen.

Auch das „Streichholz der Biedermeierzeit“, das bekannte Döbereiner Feuerzeug, beruht auf der Auslösung chemischer Reaktionen durch den Kontakt mit fein verteiltem Platin von großer Oberflächenentwicklung (Katalyse). Es sind hierbei Wasserstoffgas gegen den Zündkörper aus Platinschwamm geleitet und bei gewöhnlicher Temperatur entzündet. Ganz entsprechend sind ja auch die heute viel verbreiteten katalytischen Gasanzünder eingerichtet, deren Zündpille aus Platin von hoher Oberflächenentwicklung besteht.

Sehr weit getrieben ist die Verteilung des Platins bei den bekannten kolloiden Platinlösungen, deren große Reaktivität bekannt ist.

Die Technik hat auf den verschiedensten Gebieten das größte Interesse daran, sich die aus der Veränderung der spezifischen Oberfläche folgenden Eigenschaftsveränderungen dienstbar zu machen. Sie benutzt hierzu bekanntlich die mannigfachsten physikalischen und chemischen Mittel.

Wenn es sich darum handelt, Metalle im Zustande dünnster Fäden herzustellen, so verwendet man in der Technik das gewöhnliche Drahtziehverfahren (dünne Drähte, Glühlampenfäden aus Metall usw.). Das Drahtziehverfahren ist in der modernen Feinmechanik zu einem besonderen Feindrahtziehverfahren ausgebildet. So liefert beispielsweise das Feindrahtziehverfahren der Firma Hartmann & Braun (Frankfurt a. M.) Drähte von äußerster Feinheit, sog. Haardrähte aus den verschiedensten Metallen, die an Stelle der alten Cochenfäden in Galvanometern und anderen Meßinstrumenten (Hitzdraht-Amperemeter und -Voltmeter usw.) Verwendung finden, und sich zu sehr vielen anderen wissenschaftlichen Zwecken eignen.

Vielfach ist aber das Ziehen einzelner Drähte zu kostspielig und auch in allen den Fällen belanglos, in denen es genügt ein Gewirr, einen Knäuel von dünnen Fäden zu besitzen. Dies führt zur Herstellung der sog. Metallwolle, wozu man die an der Drehbank sich abspielenden Vorgänge benutzt und weiter ausgebildet hat. Anstatt eine einzige Stichel anzuwenden, kommt ein Support mit vielen Stacheln in Verwendung, die nach Art eines Kammes angeordnet sind.

Von einem entsprechend geformten Metallstück werden auf einer Spezialdrehbank mit außerordentlich langsamem Vorschub äußerst feine Späne abgenommen, die von der Maschine in Gestalt von langen Strähnen gleichsam herabfließen und sich bald zu einem Knäuel von Metallwolle zusammenballen oder in größerer Ordnung auf einem Haspel aufgewickelt werden können. Dies Verfahren ist von der Firma August Böhne in Freiburg i. B. ausgebildet. Diese Firma liefert Metallwollen aus Aluminium, Blei, Kupfer, Nickel, Stahl, Zink, Zinn usw. usw. von beträchtlicher Feinheit. Als Beispiel der Verwendungsmöglichkeit solcher Metallwollen sei darauf aufmerksam gemacht, daß Zink- und Zinnwolle wegen ihrer großen Reaktivität bei organischen Reaktionen, Aluminium- und Bleiwolle bei anorganischen Reaktionen, Nickelwolle bei katalytischen Reaktionen usw. dienen können. Bleiwolle benutzt man beispielsweise dazu, Muffengasrohre abzudichten, da beim Einhämmern in den Muffenzwischenraum die Bleiwolle sich zu einem homogenen Material zusammenschiebt. Man hat auch versucht, Akku-

mulatorenplatten aus der Bühn eschen Bleiwolle herzustellen.

Die Diskuswerke in Frankfurt a. M. stellen noch feinere Metallwolle dadurch her, daß die Metalle nicht abgedreht, die Späne nicht abgeschnitten, sondern nur abgerieben werden. Solcher Art hergestellte Eisenwolle ergibt schon beim Einwerfen in einen gewöhnlichen Bunsenbrenner das bekannte prächtige Funkenspiel des verbrennenden Eisens, woraus die ganz erstaunliche Steigerung der Reaktivität bei großer Oberflächenentwicklung des Eisens folgt.

Ein ganz anderartiges Verfahren zur Herstellung von Metallen mit hoher Oberflächenentwicklung ist nun in neuester Zeit von dem Direktor der Königl. Polytechnischen Schule in Kopenhagen, Prof. Dr. H. J. Hannover, erfunden worden. Für das Verfahren sind im In- und Auslande zahlreiche Patente genommen worden.

Dies Verfahren ist sowohl vom wissenschaftlichen wie vom technischen Standpunkte von ganz besonderem Interesse. Wissenschaftlich deshalb, weil es sich auf die Ergebnisse der Metallographie stützt, die man vielfach immer noch als rein theoretisch im Sinne von unpraktisch anzusehen pflegt. Letzten Endes ist das Verfahren sogar ein Ergebnis der Phasenlehre, die in vielen Technikerkreisen als Höhepunkt der Theoretisiererei angesehen wird.

Das technische Interesse ergibt sich aus dem Umstande, daß die Metalle bei diesem Verfahren nicht nur im Zustande einer besonderen Feinheit, sondern auch in einem solchen besonderer Struktur erhalten werden. Es gelingt nach dem Prof. Hannoverschen Verfahren, zusammenhängende Platten herzustellen, in denen das fein verteilte Metall von Kanälen von äußerster Feinheit durchzogen ist.

Um sowohl das Verfahren selbst, wie auch die ganz besondere Struktur der „porösen Metallplatten“ richtig zu verstehen, ist es notwendig, eine kleine Betrachtung aus dem Gebiete der Metallographie voranzuschicken.

Wenn man in einem Kessel Blei schmelzt, so findet man, daß dieses bei ungefähr 326° aus dem festen in den flüssigen Zustand übergeht. Läßt man die Temperatur also unter 326° fallen, so erstarrt das Blei.

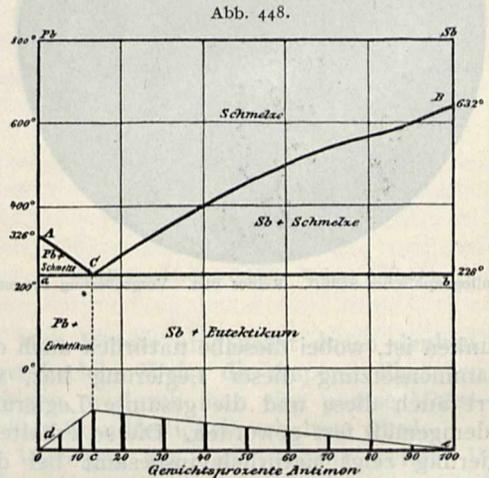
Trägt man in das geschmolzene Blei etwas Antimon ein, (dessen Schmelzpunkt bei ungefähr 632° liegt), so kann man nach gehöriger Durchschmelzung der Legierung die bekannte Tatsache feststellen, daß eine Antimon-Bleilegierung mit wenig Antimon leichter schmilzt, bzw. bei einer tieferen Temperatur erstarrt, als reines Blei und als reines Antimon. Am leichtesten schmelzbar ist eine Legierung von 13% Antimon und 87% Blei. Diese schmilzt

bei 228° , während Blei bei 326° , Antimon bei 632° schmelzen.

Steigert man den Antimonzusatz weiter, so steigt auch langsam der Erstarrungspunkt der Legierung nach dem Schmelzpunkte des Antimons zu.

Trägt man, wie unsere Abb. 448 dies zeigt, die Temperaturen der Schmelz- bzw. Erstarrungspunkte zu den Prozentgehalten der Legierung als Kurve auf, so sind die Gebiete oberhalb der Kurve flüssig, diejenigen unterhalb der Linie *a b* fest.

Die durch den Tiefpunkt der Kurve gekennzeichnete Legierung von 13% Antimon und



Zustandsdiagramm der Blei- und Antimonlegierungen.

87% Blei, welche von allen möglichen Legierungen den niedrigsten Schmelz- oder Erstarrungspunkt hat, nennt man die eutektische Legierung (Punkt C in Abb. 448).

Es ist jetzt noch darzulegen, welche Erscheinungen sich innerhalb der Felder *ACa* und *BCb* vollziehen. Dies ergibt sich aus folgendem Beispiel.

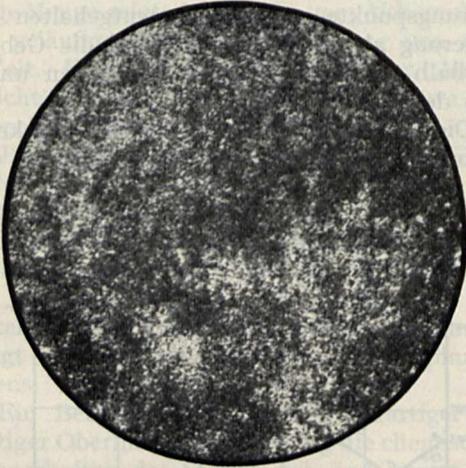
Nehmen wir an, wir hätten eine Legierung aus 96% Blei und 4% Antimon. Diese Legierung beginnt bei ungefähr 310° zu erstarren. Es scheiden sich langsam Bleikristalle aus, die sich bei der chemischen Analyse als vollkommen frei von Antimon erweisen. Dadurch, daß nur Bleikristalle sich ausscheiden, wird die Zusammensetzung der Legierung während des Abscheidens in der Weise verändert, daß der Erstarrungsvorgang unserer Kurve folgt (Linie *AC* in Abb. 448). Da durch die Abscheidung der Bleikristalle die Konzentration der Schmelze an Blei geringer geworden ist, diejenige an Antimon aber größer, so sinkt der Erstarrungspunkt der Schmelze immer tiefer herab, während sich Blei ausscheidet.

Schließlich wird sich ein dichtes Gewebe von Bleikristallen abgeschieden haben, zwischen

dem noch flüssig die Legierung von Antimon und Blei sitzt, deren Zusammensetzung je nach der Temperatur in der Nähe der eutektischen Legierung ist.

Sobald der Erstarrungspunkt der Schmelze auf die Temperatur der eutektischen Legierung

Abb. 449.



Metallographischer Schriff. Reines Blei. Vergrößerung 150 mal.

gesunken ist, wobei dieselbe natürlich auch die Zusammensetzung dieser Legierung hat, erstarrt auch diese und die gesamte Legierung ist demgemäß fest geworden. Die so erhaltene Legierung zeigt natürlich insgesamt bei der chemischen Analyse die Zusammensetzung, die wir im flüssigen Zustand angewendet hatten, nämlich 96% Blei und 4% Antimon. Aber innerhalb der Struktur dieser Legierung sind diese Metalle nicht in der Weise verteilt, daß 96% Bleikristalle und 4% Antimonkristalle vorhanden sind. Vielmehr besteht die so erhaltene Legierung aus Kristallen von reinem Blei und einer zweiten Kristallart, die eine Legierung von 87% Blei und 13% Antimon darstellt (eutektische Legierung). Der Nachweis, daß die Struktur der gesamten Legierung wirklich die eben geschilderte ist, ist leicht durch die metallographische Prüfung zu führen. Man schneidet die Legierung, die zu diesem Zwecke etwa in Stabform gegossen worden sein mag, auseinander, und schleift den so erhaltenen Querschnitt auf Schmirgelpapier glatt, worauf er auf einer Poliermaschine spiegelglatt poliert wird.

Durch geeignete Ätzmittel kann man das Bild auf dieser spiegelglatten Oberfläche „entwickeln“ und die mikroskopische Betrachtung (Metallmikroskop von Le Chatelier) läßt dann die beiden Kristallarten leicht erkennen.

Die Abb. 449, 450, 451, 452, 453 enthalten die photographischen Abbildungen derartiger Metallschiffe. Sie sind der Reihe nach ent-

sprechend dem Diagramm (Abb. 448) angeordnet.

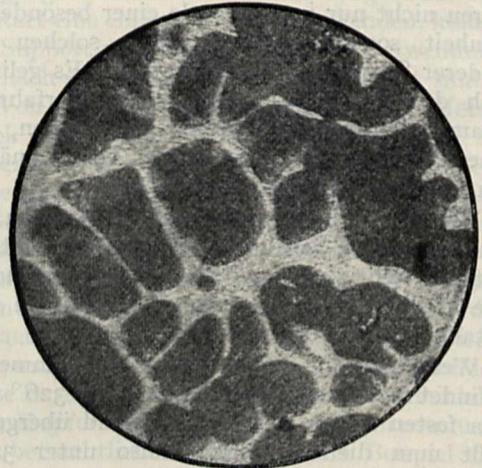
Abb. 449 stellt reines Blei dar.

Abb. 450 zeigt das metallographische Bild einer Legierung von 90% Blei mit 10% Antimon. Bei der Erstarrung dieser Legierung werden, wie aus obigen Erklärungen, sowie aus dem Diagramm hervorgeht zuerst Kristalle von reinem Blei ausgeschieden, zwischen denen die flüssige Blei-Antimonlegierung sich befindet. Diese erstarrt sobald sie die eutektische Zusammensetzung angenommen hat. Die dunklen Partien auf dem Schiffe sind die ausgeschiedenen Bleikristalle, die hellen das zwischen ihnen erstarrte Eutektikum.

Abb. 451 zeigt das metallographische Bild einer Legierung von 89,4% Blei mit 20,6% Antimon. Es ist dies die eutektische Legierung im reinen Zustande. Die auf dem Bilde sichtbare eigentümliche Struktur dieser Legierung ist charakteristisch für eine eutektische Legierung.

Abb. 452 ist eine Legierung von 40% Blei und 60% Antimon. Da sich diese Legierung bezüglich ihrer Zusammensetzung im Diagramm (Abb. 448) rechts von dem Eutektikum befindet, so scheidet sich bei deren Erstarrung zuerst reines Antimon ab. Die großen, meist quadratischen weißen Tafeln sind Antimone; zwischen diesen lagert dann die eutektische Kristallisation, die nach dem Gesagten

Abb. 450.



Metallographischer Schriff. Legierung von 90% Blei, 10% Antimon.

immer wieder die gleiche chemische Zusammensetzung hat.

Abb. 453 endlich zeigt eine Schicht von reinem Antimon.

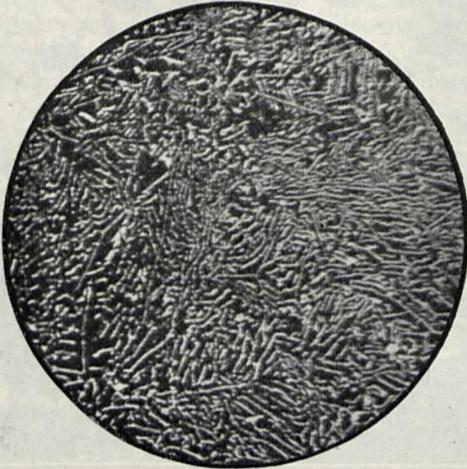
Das Prof. Hannoversche Verfahren beruht nun auf der Anwendung der Umkehrung der hier geschilderten Verhältnisse. Erwärmt man eine Legierung, beispielsweise eine solche

aus Blei und Antimonblei-Eutektikum bestehende, so wird das Eutektikum, das ja von den beiden Bestandteilen das niedrigere schmelzende ist, zuerst flüssig werden, während das Blei noch fest ist. Hannover hat versucht, den flüssigen Anteil in diesem Zustande durch

tische Legierung das Dispersionsmittel, (die geschlossene Phase) bildet.

Wir müssen also dafür Sorge tragen, daß die Kristalle ein einigermaßen dichtes Gewebe bilden, damit sie beim Austreiben des Dispersionsmittels nicht zu Pulver auseinanderfallen.

Abb. 451.



Metallographischer Schliff. Legierung von 49,4 % Blei, 20,6 % Antimon-Eutektikum.

Ausschleudern usw. zu entfernen, um auf diese Weise den festen Anteil, z. B. Blei, in fein verteiltem Zustande zurückzubehalten.

Abb. 452.

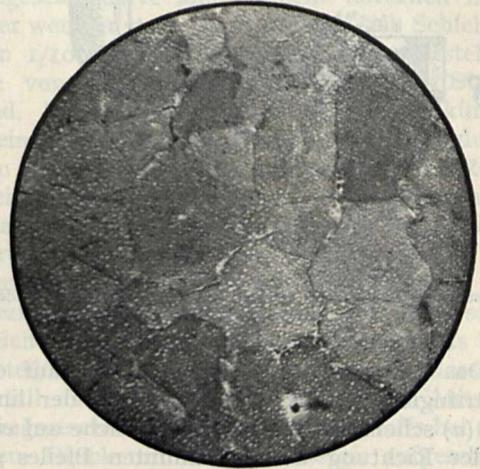


Metallographischer Schliff. Legierung von 40 % Blei und 60 % Antimon.

Nun haben wir es in der Hand, durch rasches oder langsames Kühlen auf die Arbeitstemperatur die Korngröße, den Dispersionsgrad der Bleikristalle wunschweise zu regulieren. Wir werden also Bleimaterial in jeder beliebigen Oberflächenentwicklung herstellen können.

Beiläufig scheidet sich das Blei offenbar als disperse (verteilte) Phase ab, während die eutek-

Abb. 453.



Metallographischer Schliff. Reines Antimon.

Man könnte umgekehrt daran denken, auf irgendwelche Weise die disperse Phase zu beseitigen, wodurch man eine poröse Masse von großer Standfestigkeit erhalten würde.

Verfolgen wir den Vorgang weiter: Wenn wir eine antimonreiche Legierung von über 13 % Antimon herstellen, so wird von der Erhaltungsgeschwindigkeit die Feinheit abhängen, in der Antimonkristalle sich ausgeschieden haben. Zwischen den Antimonkristallen wird die Zusammensetzung der Ausgangslegierung entsprechende Menge eutektischer Legierung von 13 % Antimon und 96 % Blei sitzen. Erhitzen wir langsam eine solche Platte, so wird bei 280° die eutektische Legierung flüssig werden und sich ausschleudern lassen.

Bei anderen Metallgemischen liegen die Verhältnisse ganz entsprechend. Wir können also offenbar nach dem vorliegenden Verfahren Platten aus reinem Metall von wunschweiser Oberflächenentwicklung herstellen.

Zur Ausführung des Verfahrens bediente sich Prof. Hannover zunächst folgenden einfachen Laboratoriumsapparates (Abb. 454). Die Platte *P* wird in ein Stück Rohrmuffe *r* eingegossen, das vorher inwendig verzinkt war. Die Rohrmuffe wird auf das Ende des Gasrohres *g* festgeschraubt. Dieses wird mit Öl gefüllt und durch einen darunter gestellten Bunsenbrenner erwärmt. Sobald der Apparat nebst der Legierung die nötige Temperatur erreicht hat, beginnt die Auspressung der eutektischen Legierung, indem das Öl, das sich infolge der

Erwärmung ausdehnt, einen Druck auf die Platte *P* ausübt, der noch durch Nachschrauben des Pfropfens *p* unterstützt werden kann.

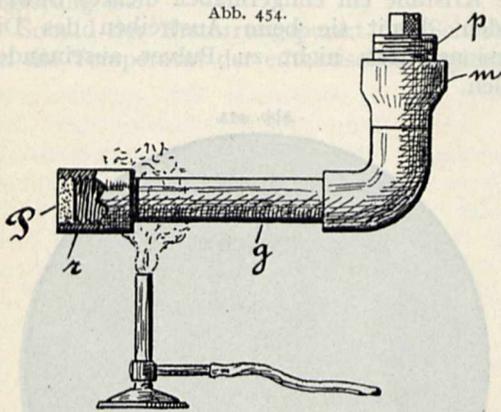


Abb. 454.

Versuchsanordnung zum Austrieb des flüssigen Metalls aus der erstarrten Platte.

Das technische Verfahren beruht auf der Zentrifugierung. In Abb. 455 zeigt der linke Teil (*a*) schematisch die Kräfte, welche auf eine in der Richtung des gekrümmten Pfeiles geschleuderte Platte von dem Zentrum *A* aus einsetzen. Wie an den nach außen stehenden Pfeilen ersichtlich ist, kommt eine Neigung derselben gegen die Platte zustande. Um ein Zerreißen der Platte beim Zentrifugieren zu vermeiden wird hinter die auszuschleudernde Platte eine Platte aus einem schwerschmelzbaren und massiven Metall gebracht, wie dies Abb. 455 (*b*) zeigt. (Platte *F Q*). Die poröse Platte *P* ist durch ein Drahtgitter nach vorn zu abgeschlossen. Beim Zentrifugieren übt die Platte

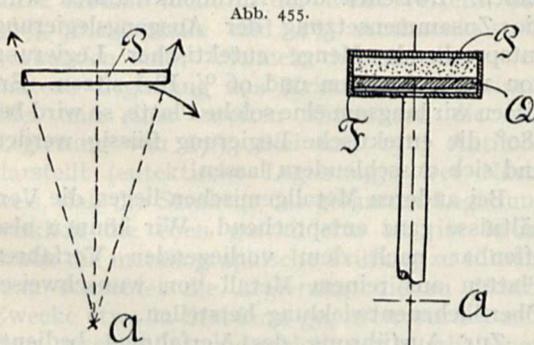


Abb. 455.

Schematische Anordnung für das Zentrifugieren.

F Q einen gleichmäßigen Druck auf die ausgeschleuderte Platte aus, so daß die Rißbildung vermieden wird.

Endlich seien noch zwei metallographische Bilder (Abb. 456 und 457) von auf diesem Wege erhaltenen porösen Metallen angeführt. Abb. 456 stellt poröses Antimon dar, erhalten durch Ausschleudern einer Legierung von 50 % Blei mit 50 % Antimon, Abb. 457 ist poröses Blei, er-

Abb. 456.



Metallschliff porösen Antimons.

halten durch Ausschleudern einer Legierung von 90 % Blei mit 10 % Antimon. Man erkennt an diesen Abb. deutlich die eigentümliche Struktur der porösen, nach diesem Verfahren hergestellten Metalle. Die Hohlräume befinden sich an der Stelle, wo in der Legierung die eutektische Mischung sich befindet und die Formen der Erstarrung und auch nach dem Ausschleudern übriggeblieben.

Die technischen Möglichkeiten, welche das vorliegende Verfahren bietet, lassen sich ohne

Abb. 457.



Metallschliff porösen Bleis.

weiteres noch nicht absehen. Beispielsweise hat der Erfinder des Verfahrens aus Blei wohlgegangene Akkumulatorenplatten, sowie durch Ausfüllen einer porösen Zinnplatte mit Harz vorzügliche Lötmitte hergestellt. Man kann an weitere Verwendung als Reaktionsmaterialien, Katalysatoren, Rückschlagssicherungen usw. denken. Auch dürfte es möglich sein, die Poren einer solchen porösen Platte etwa galvanisch mit einem anderen Metall auszufüllen und hierauf die ursprüngliche Platte auszuschmelzen, wodurch man Porometall aus dem anderen Metalle erhielt.

Beiläufig sei schließlich erwähnt, daß trotz seiner anscheinend ganz neuartigen Beschaffenheit das vorliegende Verfahren in seinen Grundprinzipien eine gewisse Ähnlichkeit mit dem alten technischen Prozesse des Seigerns besitzt.

Endlich sei noch auf die Möglichkeit hingewiesen, durch Benutzung von Überschreitungserscheinungen umgekehrte Porometalle analog den umgekehrten Emulsionen zu erhalten.

[532]

Gespritzte Metallschichten nach den Verfahren von M. U. Schoop, Zürich.

Von Regierungsrat Dr. LACH.

Mit acht Abbildungen.

(Fortsetzung von Seite 484.)

Wir wollen nun versuchen, an der Hand der folgenden Darstellungen einen Überblick über diejenigen Gebiete zu gewinnen, auf denen die Schoopschen Verfahren sich bereits eingeführt haben, oder auf denen sie möglicherweise festen Fuß fassen werden. Lediglich zur Erhöhung der Übersichtlichkeit seien die gespritzten Schichten dabei eingeteilt in solche, die auf der Fläche, auf die sie niedergeschlagen wurden, festhaften, und solche, die von ihr abgelöst werden sollen oder die selbständige Gebilde sind, für die also die Unterlage nur zur Formgebung dient. Die erste Kategorie ist so groß, daß man in Verlegenheit ist, wo man anfangen soll, denn das Bespritzten mit einem Metallüberzug ist in nicht geringerem Maße anwendbar, als ein Farbanstrich.

Alle Behälter der Großindustrie, in Bergwerken, in chemischen Fabriken, Brauereien usw. werden entweder mit widerstandsfähigen Anstrichen versehen, oder mit Blei, Kupfer, Zinn und anderen Metallen ausgekleidet. Hier tritt das Spritzverfahren als schnell ausführbarer Ersatz für beide Methoden ein, wobei der Vorteil nicht zu unterschätzen ist, daß man in jeden Winkel, an jede auch sogar mit dem Pinsel schwer zugängliche Stelle eines Apparates heran kann, um sie mit einem homogenen Metallschutz zu bedecken. Jeder, der als Ingenieur oder Che-

miker in der Technik gestanden hat, weiß, welche unendlichen Mühen und Kosten z. B. die Reparatur eines verbleiten Gefäßes macht, in das womöglich noch ein verbleites Rührwerk eingebaut ist. Wenn sich hier das Schoopieren einführt, so werden die Betriebsleiter von mancher Sorge befreit sein.

Je nach der Dauer der Bestäubung ist die aufgeschleuderte Metallschicht natürlich mehr oder weniger stark, und es lassen sich Schichten von 1/100 mm bis 10 mm und mehr herstellen, die von gleicher Einheitlichkeit und Dichte sind. Die letztere läßt sich ebenfalls willkürlich beeinflussen, und zwar nicht etwa nur durch den Druck des Transportwindes, der in der Regel nicht höher als 3 bis 4 Atm. ist, sondern auch durch die chemische Natur des als Druckmittel verwendeten Gases. Ein Bleiüberzug, der mit Wasserdampf aufgestäubt wurde, zeigte das spezifische Gewicht 9,5, dagegen ein unter sonst gleichen Bedingungen mittels Wasserstoffs hergestellter Überzug: 11 bis 11,3. Da dasselbe Metall entsprechend der viel höheren Ausströmungsgeschwindigkeit des Wasserstoffs bei gleichem Druck mit höherer Energie aufgeschleudert wird, so ändert sich in dem Maße die Dichte des Überzuges, so daß man es in der Hand hat, nach Bedarf sehr dichte oder lockere Schichten zu erzeugen.

Die letzteren werden z. B. für die Akkumulatorentechnik erwünscht sein, wo man eine besonders poröse Masse braucht. Die Porosität kann noch dadurch erhöht werden, daß man zusammen mit dem Blei ebenso fein verteilte andere Körper, z. B. wasserlösliche Salze und dgl. aufstäubt und diese feinen Teilchen nach dem Erstarren aus der Masse wieder herauslöst. Die ganze Schicht wird hierdurch mit mikroskopisch kleinen Höhlungen versehen, so daß sie als Ganzes einer schwammigen Masse gleicht. Dies Verfahren hat viel Gemeinsames mit der genialen Methode von Prof. Hannover, die in letzter Zeit viel Aufsehen macht*).

Abgesehen von solchen Einzelfällen wird man natürlich im allgemeinen bestrebt sein, eine selbst bei geringer Stärke möglichst dichte Metallschicht zu erzielen. Solche werden z. B. in der Industrie der elektrischen Koch- und Heizapparate Verwendung finden, wo es darauf ankommt, sehr dünne metallische Bänder, die als Widerstand für den Stromdurchgang und somit als Hitzequellen dienen, auf Nichtleitern wie Porzellan, Emaille usw. zu befestigen, was heute durch Aufbringen und Reduzieren von harzsauren Edelmetallen geschieht. Überhaupt wird die elektrotechnische Großindustrie das Metallspritzen vielfach anwenden können, z. B. zum Verkupfern von Kollektoren aus Kohle,

* Vgl. *Prometheus* Jahrg. XXIV, S. 497 (1913).

zur Herstellung widerstandslöser Kontakte, die vielleicht eine innigere Vereinigung darstellen werden, als die gelöteten oder gar mit Klemmschrauben hergestellten. Die Verschweißung von 2 Flächen, beispielsweise Metallblechen, die an den Fugen zusammenstoßen und dann überspritzt werden, ist eine so innige, daß die Zwischenschicht nicht als solche zu erkennen ist, ja es ist sogar gelungen, ein perforiertes, auf einer glatten Unterlage ruhendes Bleiblech in der Weise zu bestäuben, daß die Löcher vollkommen ausgefüllt wurden und man nach dem Abheben des Bleches auf der Rückseite nicht erkennen konnte, wo vorher die Löcher gewesen waren.

Diese absolut feste und homogene Vereinigung des Überzuges mit der bespritzten Fläche ist wichtig auf dem Gebiet des Rostschutzes. Es liegt auf der Hand, daß die Schoopschen Verfahren — wenn sie auch bei der Bestrahlung großer ebener Flächen, also z. B. etwa der Weißblechfabrikation, nicht mit den heutigen Methoden in Wettbewerb treten können — mit Aussicht auf den größten Erfolg da anwendbar sind, wo es sich um einen Rostschutzanstrich für unregelmäßig gestaltete, winklige Körper und Konstruktionsteile handelt*). Ein solcher Metallüberzug, der auch auf bereits fertig montierte Stücke aufgebracht werden könnte, wird das unter ihm befindliche Metall besser schützen, als ein Anstrich, dessen Bindemittel allmählich unter den Einflüssen von Sturm und Regen im Wechsel mit warmem Sonnenschein zerstört wird. Die Erneuerung des Anstrichs ist ja bei Eisenkonstruktionen eine Frage, die viele Millionen jährlich verschlingt und in der wir doch seit vielen Jahren nicht sehr viel weiter gekommen sind, obwohl immer neue Patente auf die Erfindung idealer Rostschutzfarben erteilt werden. Wenn sich die Metallspritzung hier einbürgert, so unterliegt es keinem Zweifel, daß sie die Anstriche verdrängen muß, und zwar nicht allein infolge der viel längeren Haltbarkeit ihrer Erzeugnisse, sondern weil auch die Vorarbeiten, das Abkratzen und Reinigen der Eisflächen usw. mit nicht so erheblichen Kosten verbunden sein werden, wie für einen Farbanstrich.

In dieser Beziehung bietet das Schoopieren einen sehr erheblichen Vorteil gegenüber der Galvanoplastik. Bekanntlich hängt in sehr vielen, vielleicht den meisten Fällen die Haltbarkeit des galvanischen Überzuges — natürlich unter der Voraussetzung richtiger Stromverhältnisse — von der vorhergegangenen Reinigung

*) Z. B. Wetterschutz von bestehenden Eisenkonstruktionen (Brücken usw.) durch Metallisieren, was neuerdings auch durch Anstreichen mit einer metall- und lötmittelhaltigen Farbe und Aufschmelzen geschieht.

des zu überziehenden Gegenstandes ab. Jeder Fachmann auf diesem Gebiet kennt die unendliche Arbeit des „Dekapierens“, für die die peinlichste Sorgfalt erforderlich ist. Alles dies ist hier viel weniger gefährlich. Der Gegenstand wird einmal mit Drahtbürsten oder einem Sandstrahlgebläse gereinigt und ist fertig vorbereitet. Die Galvanoplastik ist überhaupt eines von jenen Gebieten, die vielleicht gegen die Schoopschen Verfahren einen Kampf auf Leben und Tod zu bestehen haben werden. Denn gerade die Produktionskraft der galvanischen Methoden kann nicht gesteigert werden. Auf einer bestimmten Fläche läßt sich eine bestimmte Menge Metall pro Stunde niederschlagen. Steigert man die Stärke des elektrischen Stromes, erhöht man also die Stromdichte, so gelingt es nicht mehr, einen festhaftenden Überzug zu erhalten. Die Grenzen, die die Natur selbst hier gezogen hat, können nicht überschritten werden. Sie lassen sich zwar für gewisse Metalle ein wenig verschieben, so bedeutet es z. B. einen kolossalen Erfolg, daß man mit dem Pfannhauserschen „Rapidkupferplastikbad“ bei einer Stromdichte von 30 bis 40 Amp. noch gute Kupferschichten erhält, also pro Stunde auf der Einheitsfläche von 1 qdcm rund 40 g Kupfer niederschlagen kann, d. i. etwa das 50 fache der mit den älteren gebräuchlichen Bädern erhältlichen Menge. Aber Kupfer ist ohnehin ein Ausnahmemetall in dieser Beziehung, bei anderen Metallen nützen uns alle Kniffe nicht viel, und selbst beim Kupfer fällt der Erfolg wenig ins Gewicht gegen die Leistungsfähigkeit der Schoopschen Apparate, die solche Mengen in Bruchteilen einer Minute aufschleudern. Das relativ am langsamsten arbeitende Drahtspritzverfahren gestattet z. B. noch immer etwa 1 kg Zinn pro Stunde zu verspritzen. Dabei ist die Zerstäubung so intensiv, daß das Eindringen in die feinsten Poren und Vertiefungen des Gegenstandes ermöglicht ist, und die bei der Galvanoplastik oft auftretenden Schwierigkeiten, die durch unregelmäßige Formen des zu überziehenden Körpers entstehen, fallen gänzlich fort.

Ein Punkt muß noch besonders betont werden: für die Metallzerstäubung ist es unerheblich, welches Metall verarbeitet werden soll. Lediglich die Wahl des Druckmittels muß sich der Natur des Materials anpassen. Ist dies z. B. sehr leicht oxydierbar, so wird man Wasserstoff als Transportwind verwenden. Während aber die Galvanoplastik bei einem Metall trotz der größten Bemühungen der Fachwelt vollständig versagt, nämlich beim Aluminium, kann dies nach Schoop natürlich ohne Schwierigkeiten verarbeitet werden. Ja, das Aluminium besitzt gerade manche Eigenschaften, wie seine Leichtigkeit, seine Widerstandsfähigkeit gegen atmosphärische Einflüsse u. a., die es als Über-

zugsmaterial ganz besonders wertvoll erscheinen lassen, wovon wir noch weiter zu sprechen haben werden. Aus praktischen Gründen wird gewöhnlich eine leichtfließende Legierung von Aluminium mit einem geringen Prozentsatz an Zink verspritzt. Je niedriger der Schmelzpunkt des Metalles ist, desto niedriger ist natürlich auch die Temperatur des die Düse verlassenden Metallnebels, und schon aus diesem Grunde eignen sich zum Zerstäuben am besten Legierungen, die in der Regel einen niedrigeren Schmelzpunkt haben als die einzelnen Komponenten. Der Metallnebel ist aber, wie schon zu Anfang erwähnt wurde, überhaupt nicht sehr heiß, man kann also alle denkbaren entzündlichen Stoffe, sogar feuergefährliche, wie Zelluloid, unmittelbar bespritzen. Das Metallisieren von Papier wird schon vielfach praktisch ausgeübt. Während man die Metallpapiere bisher z. B. in der Weise herstellte, daß man zuerst einen Klebstoff und dann feines Bronzepulver oder dergl. gleichmäßig auf die Papierfläche brachte, geschieht dies nach Schoop mit einer einzigen Behandlung, und das Erzeugnis ist besonders in feuchtem Zustande wischfester als die älteren Papiere. Die Industrie der Zigarettentapiere, welche zum Überziehen der Mundstücke mit Gold und Aluminium zum Teil komplizierte Maschinen besitzt, wird vielleicht ihre Papiere schoopieren können. Auch alle möglichen durch feine Prägungen, z. B. moireartig gemusterten Papiere lassen sich so besonders gut metallisieren, weil bei der außerordentlichen Feinheit des Überzuges das zarteste Muster schön zur Geltung kommt.

Der Gedankenweg vom Papier zu seinen Rohmaterialien, dem Holz und den Lumpen oder vielmehr den Stoffen und Geweben aller Art ist nicht weit. Auf beiden Gebieten scheint der Metallzerstäubung ein reiches Feld der Tätigkeit offenzustehen.

Was die Stoffe betrifft, so handelt es sich hier natürlich besonders um solche, deren wertvollste Eigenschaft die Undurchlässigkeit ist, welche durch das Metallisieren ganz beträchtlich erhöht wird. Ballonstoff z. B., der ja schon durch seine Imprägnierung mit Kautschuk und ähnlichen Mitteln gasdicht ist, wird durch den Metallüberzug noch undurchlässiger. Dabei ist so ein mit Messing oder Aluminium überzogener, oder richtiger imprägnierter Stoff durchaus nicht steif; er läßt sich auffallend gut biegen und knicken, ohne daß der Zusammenhang der Metallteilchen zerstört wird, die ja eben in den geringsten Poren des Gewebes festsitzen. Neben der höheren Gasdichtigkeit und der äußeren mechanischen Widerstandsfähigkeit kommt aber noch etwas in Betracht, worüber vor einiger Zeit von der Zeppelingesellschaft Versuche angestellt sein sollen, nämlich die ausgleichende

Verteilung der atmosphärischen Elektrizität über die ganze Fläche einer metallisierten Luftschiffhülle*). Diese Frage erscheint nicht unwichtig, denn man hat auch in England Versuche angestellt mit schoopierte Anzügen für Elektromonteuere, die dann bei etwaigen Unglücksfällen den Strom zur Erde leiten, ohne daß der im Anzug steckende Mann nennenswerte Verletzungen erleidet. Auch die Metallisierung der Luftschläuche von Pneumatik gehört in dasselbe Kapitel**), denn auch hier handelt es sich um das gleiche Ziel: Erhöhung der mechanischen Widerstandsfähigkeit und der Undurchlässigkeit gegen Gase und zwar ohne daß die Elastizität beeinträchtigt wird.

Diese letzte Aufgabe, die Erhaltung der Elastizität bei metallisierten Stoffen, spielt auch eine wichtige Rolle auf einem ganz anderen Gebiet, nämlich bei der Herstellung von Projektionsschirmen. Es ist seit längerer Zeit bekannt, daß das Ideal des Projektionsschirms ein mattes Aluminiumblech ist. Soviel mir bekannt ist, hat zuerst die Firma Carl Zeiß Aluminiumschirme in den Handel gebracht, die in ihrer reflektierenden Wirkung unübertroffen sind. Man hat dann aber wegen des hohen Preises und vor allen Dingen wegen der unzureichenden Größe solcher Schirme zu dem Notbehelf gegriffen, Leinwandsschirme mit Aluminiumbronze anzustreichen. Diese haben aber — obwohl sie noch immer relativ die besten sind — den Nachteil, daß das Bindemittel des Bronzepulvers, welches aus Leinöl und dgl. oxydierbaren Bestandteilen zusammengesetzt ist, oxydiert wird und auch das Metall hierdurch sich mit der Zeit mit einer Oxydhaut überzieht. Von den beiden besonders guten Eigenschaften einer solchen Fläche, der Undurchlässigkeit und der vollkommen gleichmäßigen Zerstreuung des Lichtes ging also die letztere dann verloren. Hier kann nun das Schoopieren einen Ersatz schaffen, der dem Schirm aus Aluminiumblech an Wirkung gleich, dafür aber viel billiger und vor allen Dingen rollbar ist. (Schluß folgt.) [527]

Gletscherschrammen.

Von Prof. Dr. FERD. RICHTERS.

Mit zwei Abbildungen.

Wenn die Gesteinsbrocken, die ein Gletscher mit sich führt, unter dem gewaltigen Eisdruck, der auf ihnen lastet, sich gegenseitig bedrängen oder über die Sohle und längs der Seitenwände des Gletscherbetts geschleift werden, so ver-

*) Gleichzeitig wird der Kautschuk vor den Schädigungen durch Licht und Luft geschützt. Auch bleibt zufolge der Spiegelwirkung der Ballon kühler. Red.

**) Siehe vor. Anni. Red.

schwinden allmählich die hervorragenden Ecken der Brocken. Mehr und mehr rundet sich das „Geschiebe“ ab. Hat eins eine größere Fläche, so formt es sich häufig zu einem brotleibförmigen Gebilde. Gerät es am Schluß seiner Gletscherreise in eine „Gletschermühle“, in einen „Riesentopf“, so kann es sich im Strudel des Gletscherbachs der Kugelgestalt nähern. Die Oberfläche des Geschiebes aber bedeckt sich beim Vorbeirutschen an härteren Gesteinen mit Kritzern, sogenannten „Gletscherschrammen“. Sohle und Seitenwände des Gletscherbetts zeigen dieselben Gletscherspuren.

Auf den Kuppen des englischen Hochlandes, auf den Gipfeln in Norddeutschland ist mit Lapidarschrift die Richtung der einstigen Eisströme der Eiszeitgletscher durch Gletscherschrammen bekundet.

In vielen Fällen ist die Erscheinung der Kritzer und Schründen mit einer Politur der Oberfläche der Geschiebe vergesellschaftet. Früher oder später geraten die Gesteinstrümmen in den Gletscherbach, dessen Schlammwässer sie gelegentlich — besonders schön sieht man es an den schwedischen Silurkalkgeschieben des nordischen Gletschers — wie eine Billardkugel polieren und die einst scharfrandigen Kritzer mehr oder weniger verwischen. Sohle und Seitenwände der Gletscher nehmen aus gleicher Ursache Politur an.

Der Grad der Ausbildung der Schrammen hängt von zweierlei ab. Das eine Moment ist die Größe des Gletscherdrucks. Welch immense Druckkräfte kommen da zur Geltung, wenn die Annahme zu Recht besteht, daß die Eismassen des nordischen Gletschers bis zu 2000 m Höhe angehäuft waren! Das andere Moment liegt in der Differenz der Härte des ritzenden und des geritzten Gesteins. Leicht nehmen die weichen Kalkgeschiebe Kritzer an, schwieriger schon die Granite, Hornblendegesteine und Porphyre, aber selbst die Feuersteine und Quarzite entgehen dieser Gletscherwirkung nicht. Das Ritzen besorgen in erster Linie zweifellos der Quarz und die harten Silikate, wie z. B. Granat.

So lange das Geschiebe im Gletschereise dieselbe Lage inne hat, schreibt sich der Kritzer geradlinig ein; auf einem mir eben vorliegenden Geschiebe Orthoceraskalk von Oeland befindet sich ein Kritzer von 11,5 cm Länge, der mittels Lineal und Glaserdiamant nicht schöner hätte dargestellt werden können. Diese ganz auffällige Geradlinigkeit der Gletscherkritzer ist ein wesentliches Kennzeichen derselben. Selbst wenn sie nur vielleicht 2 mm lang sind, erkennt man sie hieran nach einiger Übung und unterscheidet sie leicht von etwaigen anderweitigen Verletzungen. Oft kann die Kürze der Striche auffallen; sie erklärt sich meistens leicht dadurch, daß eben nur eine minimale Erhebung der Ober-

fläche des Geschiebes Veranlassung zur Entstehung des Kritzers gab.

Das zweite Hauptmerkmal der Gletscherschrammen ist der Parallelismus derselben, den sie in der Mehrzahl der Fälle zeigen.

Ändert der Brocken durch eine Verschiebung im Eisstrom seine Lage im Gletscher, so kommt das durch eine allmähliche Richtungsänderung (Abb. 458), in Gestalt einer bogenförmigen Krümmung zum Ausdruck. Eine scharfe, winkelartige Knickung einer Kritzerlinie ist mir nicht zur Beobachtung gekommen; da müßte ja eine plötzliche Richtungsänderung eingetreten sein, und eine solche kann man von vornweg wohl kaum erwarten. Dagegen kommt es häufig vor, daß ganze Systeme paralleler Linien sich kreuzen; das weist darauf hin, daß der Brocken zu verschiedenen Zeiten eine völlig veränderte Lage zur Eisstromrichtung hatte; es ist dann meistens nicht schwer, an den Kreuzpunkten der Liniensysteme festzustellen, welche Ritzung die ältere war; die jüngeren Kritzer werden nicht von den älteren unterbrochen.

Die Breite der Schrammen ist sehr verschieden. Oft handelt es sich nur um haarfeine Linien, die von sehr spitzen Kristallecken herrühren, oft um breitere Schründen, die durch derbere Ecken verursacht sind. Auf besonders hohen Druck lassen Schrammen schließen, die eine federartige Zeichnung zeigen, indem von beiden Seiten der Schrammen Sprünge im Gestein ausgehen, ganz ähnlich, wie die Strahlen einer Fahne vom Schaft der Feder. Derartige Schrammen kommen auf weichen Gesteinen nicht vor; sie treten an Feuersteinen auf, aber relativ selten.

Der Feuerstein zeigt noch eine besondere Art von Gletscherschrammen, die, meines Wissens, noch wenig berücksichtigt sind. Es sind das weiße Linien und Striche auf der Oberfläche von Stücken, die eine mehr oder weniger starke Patina haben, keine vertiefte, eigentliche Kritzer, sondern strichförmige Zeichnungen mit völlig intakter Oberfläche. Auch sie sind mit Sicherheit Gletscherspuren, denn gar oft verläuft in ihrer Mitte ein regelrechter, vertiefter Kritzer.

Diese weißen, geradlinigen oder bogenförmigen, oft zu vielen parallelen Strichen sind übrigens noch zweierlei Art. Einige haben ein dufziges, wolkiges Aussehen; andere sind dichter, schärfer konturiert, so daß man glauben möchte, einen organischen Einschluß vor sich zu haben (Abb. 458); gelegentlich sind sie fast elfenbeinfarben. Letztere treten kaum für sich allein auf; sie bilden meistens die Achse von Strichen der ersteren Sorte.

Ich möchte annehmen, daß es zur Bildung dieser weißen Schrammen kommt, wenn über Feuerstein unter hohem Druck ein Gestein geschleift wird, das ihn nicht ritzen kann. Es

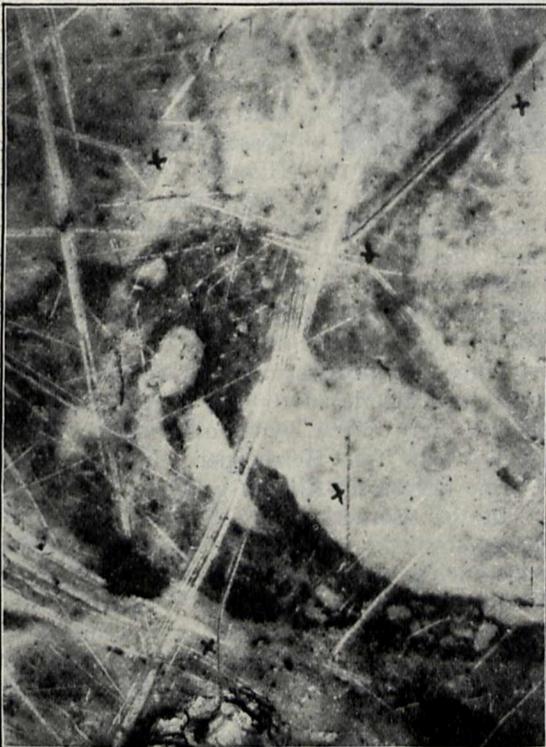
ist mir nicht unwahrscheinlich, daß in diesem Fall im Feuerstein molekulare Veränderungen vorgehen, daß z. B. durch den hohen Druck das, was im Feuerstein noch amorph war, in einen krypto-kristallinen Zustand überführt — gelockert wird. Solche, durch Druck gelockerte Stellen, seien es nun Striche oder Flächen, werden der Patinabildung zugänglicher sein, als die nicht gedrückten. Auf den Druckstellen eines Apfels setzt die Fäulnis ein — auf den Druckstellen des Feuersteins die Patinabildung. Als Beweis dafür möchte ich anführen, daß die Kanten der Feuersteine, die natürlich am meisten dem Druck ausgesetzt sind, am frühesten weiß werden.

Als Ursache der Patinabildung darf in den meisten Fällen Wasseraustritt und Zerstörung der organischen Farbsubstanzen des Feuersteins gelten, die durch Glühen im Feuer in kurzer Zeit erreicht werden können; bei gelber Patina sind Eisenfarbstoffe im Spiel.

Abb. 459 zeigt einen Bohrer — er gleicht durchaus den von Verworn in Kent gefundenen —, der auf der dicken, schwachgelblichen Kruste seines Unterrandes zahllose vertiefte Kritzer hat. Die große Fläche der Vorderseite, von der nicht mit Sicherheit festzustellen ist, ob sie künstlich erzeugt wurde, hat ebenfalls solche, aber auch die erwähnten weißen Striche und Flecke.

Schrammen, wie der Gletscher sie erzeugt, finden wir nicht an den Geröllen in der Bran-

Abb. 458.



Gletscherschrammen auf Feuerstein (+ + vertiefte Kritzer.)

Abb. 459.



Feuerstein-Bohrer mit Gletscherschrammen 10 x 10 cm; bei Klausdorf an der Schwentine gefunden.

nung; auch der Gebirgsbach, der Strom erzeugt sie nicht; ebensowenig dürften selbst die gewaltigen Schmelzwässer der Interglazialzeiten sie erzeugt haben; da fehlte der eine wichtige Faktor, der Gletscherdruck. Durch Erddruck kann Gesteinsmaterial zertrümmert werden, aber Gletscherschrammen entstehen nicht durch ihn. Wenn tektonische Verschiebungen dazu imstande wären, sie zu erzeugen, wie allgemein müßten dann in allen Formationen solche Schrammen sein!

Am allerwenigsten kann menschliche Tätigkeit zu ihrer Erklärung herangezogen werden; weder Schuhnägel noch Wagenräder, weder Pflug noch Hacke erzeugen sie. Wenn man Laien Gletscherschrammen auf Feuersteinen zeigt, so sind sie jederzeit gern geneigt, dieselben aus letztgenannten Ursachen zu deuten. Aber eiserne Geräte hinterlassen bei fester Berührung mit Feuerstein lediglich auf demselben nur Eisenstriche, die bald in Roststriche übergehen; der Stein bleibt unverletzt. Man versuche nur, Feuerstein mit Schleifpapier zu bearbeiten; der Schmirgel desselben hat die Härte 9 und welch unbedeutende Kritzer kann man schließlich doch nur durch menschliche Kräfte auf Feuerstein durch dieses Mittel erzeugen. Nur wer das eigenhändig versucht hat, erhält die richtige Hochachtung vor der Wirkung des Gletscherdrucks.

Die Schrammen auf den Feuersteinen sind für den Archäologen von besonderer Bedeutung. Sie sind ein Zeichen, daß die Objekte, welche sie tragen, einen Gletschertransport mitgemacht haben. Finden sie sich auf absichtlich geschla-

genen Flächen von Manufakten, so darf man sicher sein, daß diese nicht an der Fundstelle hergestellt, sondern in bearbeitetem Zustande vom Gletscher mitgenommen sind. In den Schottern des nordischen Gletschers finden sich Artefakte mit Gletscherschrammen (vgl. *Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* 1912, Heft III) auf den künstlich erzeugten Flächen. Das läßt keine andere Deutung zu, als daß diese Artefakte Erzeugnisse einer nordischen Urbevölkerung sind, deren einstiges Vorhandensein uns bisher nur durch indische und persische Dichtungen wahrscheinlich gemacht ist.

Es ist mir nie gelungen, an neolithischen Artefakten Schrammen aufzufinden, die als

Abb. 460.



Lazarettwagen mit Zelten.

Gletscherschrammen gedeutet werden könnten resp. müßten. Ebensovienig habe ich an Tausenden von Manufakten aus dem Vézère-Tal je derartige Schrammen beobachtet. Würde man solche an Orten finden, die man bisher nicht zum Bereich früherer Gletscher rechnete, so gäben die Schrammen vollauf Veranlassung, die geologischen Verhältnisse dieser Gegenden erneut zu prüfen. [457]

Ein wanderndes Operationszimmer.

Mit einer Abbildung.

Das nach Dr. Boulants Angaben von Schneider & Cie. für die französische Armee gebaute Automobil stellt ein mit allen Vervollkommnungen der Neuzeit ausgestattetes wanderndes Operationszimmer zur Aufnahme von Schwerverwundeten dar, die sofort operiert wer-

den sollen; im Frieden dürfte es sich zur Hilfeleistung bei Unglücksfällen jeder Art nützlich erweisen.

Der Wagen ruht auf einem gewöhnlichen Autoomnibus-Chassis und besitzt einen Vierzylindermotor von 35/45 PS. Der Wagenkörper hat dieselben Abmessungen wie die Karosserie eines Autoomnibusses und besteht aus drei Abteilungen: In dem Vorraum ist außer Wäsche auch Straßen- und Operationskleidung untergebracht; dort zieht sich der Arzt vor Betreten des eigentlichen Operationszimmers um und wäscht sich die Hände mit sterilisiertem Wasser. Der Operationsraum selbst hat fugenlose Wände aus lackiertem Holz mit abgerundeten Ecken; der Fußboden besteht aus glattem, waschbarem

Porphyrolith. Die chirurgischen Instrumente liegen in leicht sterilisierbaren Kästen. An dem verstellbaren Operationstisch ist ein Ständer für Röntgenröhren zum Durchleuchten der Patienten angebracht. Der Operationsraum läßt sich durch reichliches Ozon vorzüglich sterilisieren. Das Röntgeninstrumentarium eignet sich zum Arbeiten bei hellem Licht und gestattet, auf die Haut des Patienten die Organe in ihren Umrissen einzuzeichnen. Das Operationszimmer enthält auch einen eigenen Waschständer mit zwei Hähnen zur Lieferung von sterilisiertem Wasser.

Die chirurgischen Instrumente werden mittels eines Elektromotors betrieben, der auch eine Pumpe antreibt; diese gestattet, den Wasserbehälter aus irgendeinem Fluß, Brunnen oder Tümpel in der Nähe zu füllen.

Der Beleuchtungsstrom wird von einer Akkumulatorenbatterie zu 16 Volt geliefert, die von einer Blériotschen Dynamo selbsttätig aufgeladen wird. Der Heizkörper wird durch die Wärme der Motor-Abgase geheizt.

In der Vorderkabine ist ein Apparat zur Wassersterilisation mit ultravioletten Strahlen angebracht. Der Überschuß an sterilisiertem Wasser fließt außen an dem Wagen aus und kann von den Mannschaften zum Trinken benutzt werden. Das Automobilazarett kann daher gelegentlich auch zur Trinkwasserversorgung der Truppen dienen.

Außer der Beleuchtungsdynamo besitzt der Wagen eine zweite Dynamo zur Stromlieferung

an verschiedene Apparate und Maschinen, die beim Stillstand des Wagens von einem langsam laufenden Motor angetrieben wird. In der Vorderkabine ist eine Autoklave zum Sterilisieren von Instrumenten, Verbandzeug und Wasser untergebracht.

Zwei leicht aufzustellende Zelte liefern rechts und links von dem Wagen weiteren Raum für die Unterbringung von Verwundeten; sie sind mit Fenstern versehen und erhalten des Nachts ihre Beleuchtung durch Luken von dem Operationszimmer aus. Dr. A. G. [248]

RUNDSCHAU.

(Neuere Forschungen über Chlorophyll.)*

Die Produktion organischer Substanz ist nur der Pflanze möglich, und dieses auch nur dann, wenn sie Chlorophyll besitzt. Es ist noch gar nicht so lange her, daß man zu der Erkenntnis kam, daß überhaupt eine solche Bildung von organischer Substanz aus einem anorganischen Stoffe stattfindet, war man ja doch früher fest davon überzeugt, daß organische und anorganische Körper streng voneinander geschieden sind. Und noch viel ferner lag dem Verständnis der Zeit vor etwa 100 Jahren, daß aus einem unsichtbaren, gasförmigen Stoffe, der noch dazu in so geringer Menge in der Atmosphäre vorhanden ist, sich jene Millionen und Abermillionen von Zentnern Pflanzensubstanz entwickeln sollten, die alljährlich unseren Planeten mit ihrem grünen Kleide bedecken. Etwa 40 Jahre dauerte der Kampf der Meinungen darüber, ob die Pflanze ihre Nahrung aus den Humusstoffen des Bodens entnimmt oder aus der Luft, bis um das Jahr 1840 die Autorität Liebig's und Dumas' der Lehre von der Assimilation der Kohlensäure durch die Pflanze volle Anerkennung verschaffte.

Man fand nun weiter, daß nur die Pflanzenteile assimilierten, welche grüne Farbe zeigten, und daß zur Assimilation weiterhin das Licht gehörte, da ohne diese beiden Faktoren eine Neubildung von organischer Substanz nicht stattfand. Gewiß waren auch noch andere Faktoren nötig, der Pflanze das Dasein zu ermöglichen, so die Mineralbestandteile, die sie für ihr Gerüst braucht, der Stickstoff für die Eiweißkörper, das Wasser als Transportmittel innerhalb ihrer Organe, geeignete klimatische Verhältnisse, aber ohne den grünen Farbstoff,

ohne das Chlorophyll gab es keine organische Substanz, wurde aus der so einfach zusammengesetzten Kohlensäure keine jener so hochkomplizierten Verbindungen, die den Pflanzenleib zusammensetzen; ohne das Chlorophyll gab es kein höher entwickeltes Leben auf der Erde. Die Fälle, wo organische Substanz ohne Vermittlung des Chlorophylls gebildet wird, sind nur sehr spärlich und finden sich nur im Reich der Protozoen, so bei den Nitrit- und Nitratbakterien und beim Hyphomikrobium.

Bildung des Chlorophyll. Das Chlorophyll ist im Samen der Pflanze noch nicht ausgebildet; es entsteht erst, wenn der Keimling eine gewisse Größe erreicht hat und seine Keimblätter aus dem Erdboden emporstreckt. Bedingung für das Ergrünen ist einmal das Licht — eine im Dunkeln gehaltene Pflanze entwickelt kein Chlorophyll — und dann die Anwesenheit von Eisen und Magnesium in der Pflanze. Das Eisen ist aber nur notwendig zur Entstehung des grünen Farbstoffes, in denselben selbst tritt es nicht ein. Das zur Erzeugung des Chlorophylls nötige Licht muß eine bestimmte Intensität haben, unterhalb dieser bildet sich der Farbstoff nicht. Zur Anregung der Assimilation bedarf es einer stärkeren Lichtintensität, als zur Bildung des Chlorophylls, so daß bei einer gewissen Lichtstärke wohl die Pflanze ergrünt, aber nicht zu assimilieren vermag.

Die fundamentale biologische Bedeutung des Chlorophylls liegt in seiner Eigenschaft, unter dem Einfluß des Sonnenlichtes zu assimilieren, doch kommt dies nur dem lebenden Blattgrün in Verbindung mit dem lebenden Chloroplasten — dem Träger des Chlorophylls — zu. In welchem physikalischen Zustande, ob fest oder flüssig, das Chlorophyll in den Chloroplasten enthalten ist, ist nicht sicher bekannt. Das Absorptionsspektrum lebenden Chlorophylls ist im Vergleich zu alkoholischen Chlorophyllextrakten stark nach Rot hin verschoben; daraus wäre zu schließen, daß der Farbstoff in der lebenden Pflanze in fester Form vorliegt oder in einem dichteren Medium als Alkohol — etwa fettem Öl — gelöst ist. Neuerdings ist auch die Vermutung ausgesprochen worden, daß sich das Chlorophyll in kolloidem Zustand in der Pflanze befindet. Die Menge des Chlorophylls in den Blättern ist nur gering, etwa 0,5—1% der Trockensubstanz, es befindet sich in der Hauptsache in den dem Licht zugekehrten äußeren Zellschichten.

Geschichtliches. Der Name Chlorophyll bedeutete ursprünglich den gesamten Blattfarbstoff, auch dann noch, als sich herausstellte, daß dieser ein Gemisch von gelben und grünen Farbstoffen war; zurzeit gilt der Name Chlorophyll nur für die beiden grünen Komponenten

*) Angesichts der großen Wichtigkeit der mitgeteilten Tatsachen für das Verständnis des organischen Lebens werden unsere Leser sich gerne die Mühe machen, den für den Nicht-Chemiker zuweilen schwierigen Ausführungen dieses Aufsatzes zu folgen.

desselben, denen ganz bestimmte chemische und physikalische, weiterhin noch genauer zu beschreibende Eigenschaften zukommen.

Anfang des vorigen Jahrhunderts begann nun die Chlorophyllforschung auf chemischem und physikalischem Gebiete. Bis in die neueste Zeit hinein war aber die chemische Forschung wenig glücklich, da fast stets mit Produkten gearbeitet wurde, die keinen einheitlichen Charakter trugen, auch wurden die erhaltenen Chlorophyllderivate hauptsächlich auf die spektroskopischen Eigenschaften untersucht. Letztere können aber erst dann weitergehende Bedeutung erlangen, wenn die chemische Konstitution des Chlorophylls und deren Beziehung zu den Derivaten klargelegt ist.

Das Ergebnis dieser Forschungen war einmal, daß das charakteristische Absorptionsspektrum des Chlorophylls festgelegt wurde; es zeigt 4 dunkle Streifen vor der Linie γ und 3 hinter derselben, sowie Endabsorption. Erkannt wurde die prachtvoll rote Fluoreszenz von Chlorophyllextrakten, welche dem festen und dem lebenden Chlorophyll fast ganz oder ganz fehlt, sodann seine leichte Oxydierbarkeit, die auch mit der raschen Entfärbung von Chlorophyllextrakten im Licht zusammenhängt und die zur Aufstellung verschiedener Hypothesen über seine Funktion benutzt wurde. Seine Löslichkeit in indifferenten Lösungsmitteln, wie Alkohol, Äther, Chloroform und fetten Ölen wurde bald konstatiert, ebenso die leichte Angreifbarkeit durch Basen und Säuren. Seine chemische Zusammensetzung suchte man verschiedentlich zu ermitteln, ging aber hier sehr lange in der Irre, da man durch mancherlei Verunreinigungen getäuscht wurde. Daß es Stickstoff enthält, war bald sicher, auch daß es Pyrrolkerne enthält, erkannte man, aber man fand auch je nach den Verunreinigungen Zucker oder Cholin, Glycerin und Phosphorsäure. Diese Befunde führten u. a. zu der Hypothese, das Chlorophyll sei ein Glykosid, und später zu der bis in die jüngste Zeit geltenden, von Hoppe, Seyler und Stoclasa verfochtenen, es sei von lecithinartiger Struktur. Lange Zeit hielt man Eisen für einen integrierenden Bestandteil des Chlorophyllmoleküls, erst Mollisch zeigte, daß dasselbe nicht in ihm enthalten ist, und Willstätter, daß die Phosphorsäure fehlt. Magnesiumgehalt wurde wohl früher hie und da konstatiert, aber nicht weiter beachtet. Erst Willstätter hat festgestellt, daß es die alleinige metallische Komponente des Chlorophylls ist.

Reindarstellung. Mehrfach glaubte man auch reines unverändertes Chlorophyll isoliert zu haben, doch war dies entweder zersetzt oder durch farbige und farblose Stoffe mehr oder minder verunreinigt, gewöhnlich war beides der

Fall. Diejenigen Wege, welche zum Ziel führen, seien im folgenden genauer beschrieben.

Die Verfahren zur Reindarstellung des Chlorophylls gliedern sich in 2 Gruppen, in solche ohne und mit Anwendung chemischer Mittel; die letzteren versagten wegen der großen Empfindlichkeit des Chlorophylls gegen Basen und Säuren vollständig. Von den ersteren führt die Methode von Willstätter, welcher die Fähigkeit des Chlorophylls, kolloide Lösungen zu bilden, zur Isolierung benutzt, annähernd zum Ziel. Er verfährt in der Weise, daß er alkoholische Extrakte — bei Gewinnung derselben wurde Kalziumkarbonat verwendet, um den zersetzenden Einfluß der Pflanzensäuren zu paralysieren — mit Wasser versetzt und vorsichtig mit Äther ausschüttelt, das durch den Wasserzusatz kolloid gewordene Chlorophyll geht nicht in Äther über, wohl aber die Verunreinigungen; durch eine Spur Säure oder Alkali wurde dann das Chlorophyll ausgeflockt. Neuerdings, als es sich herausstellte, daß das Chlorophyll aus zwei verschiedenen, einander aber sehr ähnlichen Körpern besteht, mußte auch die Methode zur Reindarstellung noch verfeinert werden, wobei unter Benutzung von kristallisiertem Chlorophyll als Vergleichsobjekt unter Berücksichtigung der verschiedenen Molekulargewichte auf kolorimetrischem und spektroskopischem Wege die Reinheit geprüft wurde; als bei der Isolierung eines jeden der beiden Einzelchlorophylle auch das noch nicht ausreichte, wurde der Reinheitsgrad durch die Untersuchung der speziellen Spaltungsprodukte ermittelt. Die Darstellung der beiden reinen, voneinander getrennten Chlorophyllfarbstoffe findet jetzt in der Weise statt, daß der alkoholische Blätterauszug mit Benzol, dann mit Petroläther und wasserhaltigem und reinem Methylalkohol behandelt wird, wodurch ein Reinheitsgrad von rund 72% erreicht wird; so weit gereinigtes Chlorophyll ist nun nicht mehr in alkoholfreiem Petroläther löslich. Entzieht man also einer derartigen Lösung den Alkohol, so fällt reines Chlorophyll aus, und zwar beide Komponenten zusammen; diese werden dann durch systematische fraktionierte Entmischung getrennt. Das ganze Verfahren muß möglichst rasch durchgeführt werden, da sonst durch Umlagerung innerhalb des Moleküls Veränderungen eintreten.

Auf eine neuere Methode, welche für die Chlorophyllforschung Bedeutung besitzt und ihrer Einfachheit wegen noch größere Bedeutung erlangen wird, sei noch hingewiesen, es ist dies die Tswettsche Adsorptionsanalyse. Schüttelt man pulverförmige Stoffe, z. B. Kalziumkarbonat, mit einer Lösung von Chlorophyll in Benzin, Benzol oder anderem, so werden die Farbstoffe „adsorbiert“; je nach der

Stärke ihrer Wirkung auf die Oberflächenspannung des Lösungsmittels verdrängen sie sich nacheinander in einer bestimmten Adsorptionsreihe aus diesen Adsorptionsverbindungen. Läßt man also einen Blätterextrakt eine Kalziumkarbonatsäule von genügender Länge passieren, so sind in dieser dann außer dem Karotin, das in Lösung bleibt, die Farbstoffe nebeneinander enthalten, man erhält also ein „Chromatogramm“ des Farbstoffgemisches. Auf diese Weise ist es Tswett gelungen, neben verschiedenen gelben Farbstoffen die beiden Chlorophylle zu trennen. Wegen der außerordentlich leichten Veränderlichkeit der letzteren sind bei Anwendung der Methode besondere Vorsichtsmaßregeln geboten.

Bau des Moleküls. Erst in allerneuester Zeit ist die systematische Erforschung des Baues des Chlorophyllmoleküls durch chemische Methoden erfolgreich durch Willstätter und seine Mitarbeiter in Angriff genommen worden, welcher die Chlorophyllforschung auf eine ganz neue Basis gestellt hat. Das Chlorophyll hat nach dem jetzigen Stande der Forschung die Zusammensetzung $C_{55}H_{72}O_6N_4Mg$. Es besitzt einmal einen ganz bestimmten Magnesiumgehalt und dann drei Karboxylgruppen, von denen eine sich in laktontypischer Bindung befindet, während die beiden anderen verestert sind, und zwar eine mit Methylalkohol und die zweite mit einem Alkohol von der Zusammensetzung $C_{20}H_{40}O$, dem Phytol. Das natürliche Chlorophyll besteht aus 2 Komponenten, dem Chlorophyll a und b, die sich nur im eigentlichen Chlorophyllkern unterscheiden, während sie im Magnesiumgehalt, im Phytol- und Methylalkoholgehalt übereinstimmen. Denkt man sich die Karboxylgruppen und das Magnesium entfernt, so verbleibt der gefärbte, Phytochromin genannte Kern, über dessen Konstitution noch nichts Näheres bekannt ist. Auf Grund des Verhältnisses von Stickstoff zu Magnesium, aus dem hervorgeht, daß vier Stickstoffatome im Molekül vorhanden sind, und da sich bei weiterem Abbau Pyrrol-derivate isolieren lassen, wird die Anwesenheit von vier Pyrrolkernen angenommen. Das reine Chlorophyll ist ein blauschwarzes, mikrokristallinisches Pulver, in Alkohol und Äther löslich, in Petroläther unlöslich. Nach diesen einleitenden Bemerkungen seien nun die Willstätterschen Befunde eingehender besprochen.

(Fortsetzung folgt.) [337]

NOTIZEN.

Über Marlekor II. *) Im Sommer v. J. überwies mir Herr Vettner, Lehrer in Labö, eine dort gefundene, hantelförmige Doppel-Marleka von 6,8 cm

*) Vgl. *Prometheus* Jahrg. XXIII, S. 697 (1912).

Länge. Dieselbe zeigte äußerlich Schichtung, zum Zeichen, daß sie im Bändermergel gebildet worden war. Ich besitze in meiner Sammlung zwei kleine Blöcke, die ich mir aus dortigem Bändermergel herausgeschnitten habe.

Beim Durchschneiden der Doppel-Marleka ergab sich die interessante Tatsache, daß beide Marlekor als innersten Kern ein Fossil enthalten; das eine ist nicht genau definierbar, das andere aber ist eine kleine *Nassa*, die durch den Schnitt sehr hübsch längs ihrer Spindel getroffen ist. Es liegt auf der Hand, daß die Einschlüsse die Veranlassung zur Marleka-Bildung gegeben haben; ihr kohlenaurer Kalk war das Attraktionszentrum für die $CaCO_3$ -Lösung im Mergel, die schließlich zur Verkittung des Mergels führte. Ein schwarzer Kern, wie ich ihn an anderen Marlekor bisher beobachtet hatte, fehlte. Es lag eben kein verwandelter Pyritkern vor, der in den anderen Fällen die Ursache der Marleka-Bildung war.

Von einer zweiten hantelförmigen Doppel-Marleka, die im Kiesberg des Herrn Michaelis bei Labö gefunden wurde, war nur die eine Marleka und der verbindende Stiel zur andern erhalten. Die Marleka hat einen Querdurchmesser von 3,5 cm, der Stiel einen solchen von 2 cm. Die Marleka ergab beim Öffnen als Inhalt eine Gruppe kleiner Bivalven, die die Entstehung derselben veranlaßte. Sie hat keine Schichtung; ist also in einem nicht gebänderten Mergel entstanden.

Diese beiden Fundstücke bestätigen die Richtigkeit der im vorigen Artikel versuchten Deutung der merkwürdigen Marlekor.

Prof. Dr. F. Richters. [456]

* * *

August Toepler. (Nachruf, gesprochen in der Kgl. Ges. der Wissenschaften zu Leipzig am 14. November 1912 von Wilhelm Hallwachs.) Toeplers Nachfolger am Dresdener physikalischen Institut schildert das Leben und die Arbeiten dieses bedeutenden Forschers, dessen außerordentliche Befähigung zu exakter experimenteller Forschung, reiche Erfindergabe und rastlose Schaffensfreude der Wissenschaft eine Reihe fruchtbarster Methoden gespendet hat. Erinnert sei nur an die Toeplersche Quecksilberluftpumpe, die Erfindung der Influenzmaschine, der Schlierenmethode, die Anwendung derselben zur Sichtbarmachung von Schallwellen, zur Feststellung kleinster optischer Dichtigkeitsunterschiede und die Kombination des Schlierenapparats mit Mikroskop und Stroboskop und die Erfindung der Drucklibelle zur Messung von Luftgeschwindigkeiten, die seinen Namen unvergänglich machen.

J. R. [524]

Astronomische Nachrichten.

Physik der Sonne.

Durch Anwendung besonders großer Dispersionen ist es H. Deslandres in Meudon bei Paris gelungen, mittels der Spektrallinien des Kalziums und Wasserstoffs spektroheliographische Aufnahmen der höchsten Schichten der Sonnenatmosphäre herzustellen. Diese lassen neben hellen Flächen teils dunkle Linienzüge erkennen, die netzartig über die ganze Oberfläche ausgebreitet sind, teils einzelne breite, dunkle Adern, die jedoch in

der Nähe des Sonnenäquators meist fehlen. Diese Aufnahmen stellen die Verteilung der (den dunklen Stellen entsprechenden) absorbierenden Gase in den höheren Partien der Sonnenatmosphäre dar. Die ebenfalls von H. Deslaires ausgeführten Bestimmungen der Radialgeschwindigkeiten haben für diese absorbierenden Gase durchweg eine aufsteigende Bewegung ergeben.

Nun ragen über die Sonnenatmosphäre bekanntlich die nur am Rande sichtbaren Protuberanzen hervor, in denen die Materie, zunächst wenigstens, ebenfalls aufsteigt. Es lag deshalb von vornherein nahe, die dunkeln Gebilde der Sonnenatmosphäre und die Protuberanzen miteinander in Verbindung zu bringen. Die Protuberanzen können als Querschnitte durch leuchtende Gasmassen aufgefaßt werden, von denen infolge der Sonnenrotation immer andere Teile am Rand sichtbar werden. Konstruiert man aus der Lage der Protuberanzen die Verteilung der entsprechenden Gasmassen auf der Sonnenoberfläche, so erhält man ähnlich verlaufende Linienzüge, wie die von H. Deslaires hergestellten spektroheliographischen Aufnahmen sie für die dunkeln Gebilde zeigen. Man könnte nun diese letzteren einfach als die Projektion der Protuberanzen auf die Sonnenoberfläche auffassen; die Protuberanzen könnten ja sehr wohl am Sonnenrand ein Emissionsspektrum, auf der Oberfläche dagegen ein Absorptionsspektrum besitzen.

Diese Annahme wird jedoch durch die Deslaireschen Aufnahmen nicht bestätigt. Die dunkeln Linienzüge endigen zwar am Sonnenrand in Protuberanzen — an Kreuzungsstellen sind die Protuberanzen häufig besonders hell — gewöhnlich sind aber die letzteren seitlich etwas gegen die dunkeln Linien verschoben. Diese zeigen jedoch zuweilen einen aufgehellten, verwaschenen Rand, der der Lage nach völlig mit den Protuberanzen zusammenfällt. Man hat sich also vorzustellen, daß die Materie in den dunkeln Gebilden der höheren Schichten der Sonnenatmosphäre aufsteigt und von hier, seitlich abgelenkt, in die Protuberanzen übergeht. Dunkle Linien und Protuberanzen sind also verschiedene Teile der aus dem Sonneninnern aufsteigenden Gasmassen. Auf der Sonnenoberfläche selbst sind die Protuberanzen höchstens als schwache, den dunkeln Linien entlangziehende Aufhellungen wahrnehmbar.

Für die seitliche Ablenkung, welche die Materie beim Aufsteigen erfährt, hat H. Deslaires eine einfache Erklärung zu geben vermocht. Nimmt man an, daß die aufsteigenden Sonnengase ionisiert sind, und daß auf der Sonne ein Magnetfeld vorhanden ist, dessen Kraftlinien ähnlich verlaufen wie beim Magnetfeld der Erde, so muß die Ablenkung der Materie gerade in der beobachteten Weise stattfinden. Insbesondere konnte Deslaires feststellen, daß die Ablenkung der Protuberanzen in verschiedenem Sinn erfolgt, je nach dem Winkel, den die Richtung der Kraftlinien mit der anfänglichen Bewegung der Materie bildet. Bei einzelnen Protuberanzen konnte sogar Bewegung in Spirallinien nachgewiesen werden, wodurch das Vorhandensein eines Magnetfeldes in der oberen Sonnenatmosphäre sehr wahrscheinlich geworden ist.

Diese Untersuchungen scheinen in einem gewissen Widerspruch zu der Haleschen Entdeckung der Wasserstoffwirbel zu stehen. Man muß jedoch beachten, daß diese letzteren, wie H. Deslaires ebenfalls nachgewiesen hat, in tieferen Schichten der Sonnen-

atmosphäre sich befinden und in engem Zusammenhang mit den Sonnenflecken stehen. Gerade hier können andere Kräfte mehr lokaler Natur wirksam sein. Daß selbst bei der Gestaltung der Protuberanzen noch andere Kräfte außer den durch das Magnetfeld bestimmten eine Rolle spielen, geht deutlich aus folgenden Beobachtungen von Fr. Slocum hervor. Im Oktober 1910 konnte eine größere Fleckengruppe während mehrerer Rotationsperioden der Sonne beobachtet werden. Jedesmal wenn die Fleckengruppe am Sonnenrand sich befand, ließen die in der Nähe sichtbaren Protuberanzen deutlich ein Strömen der Materie nach den Flecken zu erkennen. Die Geschwindigkeiten waren recht erheblich, bis zu 110 km in der Sekunde, und zeigten eine Zunahme nach den Flecken hin. —

Die Frage nach dem Vorkommen von Radium auf der Sonne, die durch die Beobachtungen von H. Giebel im Spektrum des neuen Sternes in den Zwillingen veranlaßt worden ist (vgl. Beiblatt z. *Prometheus*, XXIV. Jg., Nr. 1199, S. 11), ist inzwischen weiter diskutiert worden. Ebenso wie das Vorhandensein von Radium bei der Nova von verschiedenen Seiten bestritten wird, hat man sich auch gegen die Auffassung von F. W. Dyon gewandt, der einzelne Linien im Chromosphärenspektrum mit den Radiumlinien zu identifizieren versucht hat. S. A. Mitchell hat darauf hingewiesen, daß gerade die hellste Radiumlinie im Chromosphärenspektrum ganz fehlt. Bei den übrigen Linien ist die Übereinstimmung mangelhaft und überdies eine sichere Identifizierung mit den Linien anderer irdischer Stoffe schon längst durchgeführt. Da das Radium ein hohes Atomgewicht besitzt, so mußte man erwarten, daß sein Vorkommen auf die tieferen Schichten der Chromosphäre sich beschränkt, wofür bei den hypothetischen Radiumlinien des Sonnenspektrums keine Anzeichen vorhanden sind. Auch J. F. Versted vertritt die Ansicht, daß Radium und die damit verwandten Stoffe im Spektrum der Sonne nicht nachweisbar seien. A. Kopff. [497]

BÜCHERSCHAU.

Jahrbuch der Motorluftschiff-Studien-Gesellschaft. Fünfter Band. 1911—1912. Mit 123 Textfiguren. Verlag von Julius Springer in Berlin. Gebunden Preis 6 M.

Das gut ausgestattete und beiläufig in Aeroplanstoff-Gelb gebundene Jahrbuch enthält dreierlei Stoff. Einmal Berichte über das systematische Fortschreiten von Wissenschaft und Technik auf dem weitverzweigten Gebiete der Luftfahrt, unter denen sich prächtiges, ungemein wertvolles Zahlenmaterial über aerodynamische Versuchsreihen usw. u. a. m. findet. Zum anderen ist in dem Jahrbuch eine Fülle von Tatsachen festgelegt, die zur Beurteilung des derzeitigen Standes der Luftfahrt, insbesondere aber auch für die Geschichte der Luftfahrt von Wert sind. Zu diesen beiden dauerhaften Bestandteilen kommt als drittes der nur vorübergehende Interesse bietende rein geschäftliche Teil des Geschäftsberichtes.

Schon seines Erfahrungsmaterials wegen ist der Band unentbehrlich für jeden, der ernstlich auf einem mit der Luftfahrt zusammenhängenden Gebiete arbeitet. Wa. O. [452]

BEIBLATT ZUM P R O M E T H E U S

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

Bericht über wissenschaftliche und technische Tagesereignisse unter verantwortlicher Leitung der Verlagsbuchhandlung. Zuschriften für und über den Inhalt dieser Ergänzungsbeigabe des Prometheus sind zu richten an den Verlag von Otto Spamer, Leipzig, Täubchenweg 26.

Nr. 1228. Jahrg. XXIV. 32. Jeder Nachdruck aus dieser Zeitschrift ist verboten.

10. Mai 1913.

Technische Mitteilungen.

Bergbau.

Elektrische Grubensicherheitslampe „Varta“. Diese von der Varta-Akkumulatoren-Gesellschaft, Berlin NW 6, hergestellte Lampe soll besonders für regelmäßigen Schichtbetrieb, an Stelle der Benzin-Sicherheitslampen Verwendung finden. Die aus Stahlblech hergestellte Lampe wiegt mit Akkumulator

schütterungen und Stöße nicht eintreten. Das Gehäuse wird zur Stromführung nicht benutzt (Abb. 133 u. 134).

Der runde, 1,6 kg wiegende Akkumulator hat gefederte Polausführungen, die sich an das im Akkumulator angebrachte Kontaktstück anreiben, wenn die Lampe geschlossen ist. Alle Kontaktstellen befinden

Abb. 133.

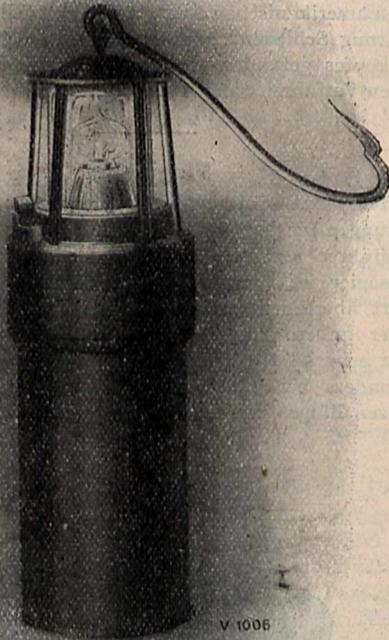
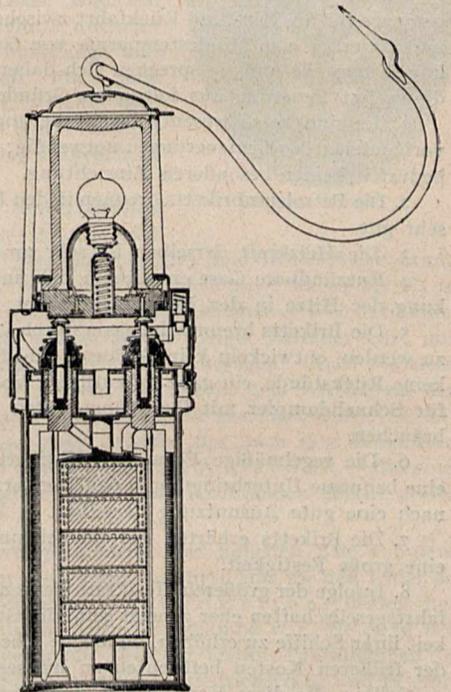


Abb. 134.



Elektrische Grubensicherheitslampe „Varta“.

2,6 kg und brennt, mit einer 1,5 kerzigen Glühlampe versehen, etwa 14—16 Stunden. Gegen unbefugtes Öffnen ist die Lampe durch einen am Oberteil des Gehäuses angebrachten Magnetverschluß gesichert. Die Glühlampe ist durch eine Glasschutzglocke und Schutzstäbe gegen Stoß geschützt. Der Reflektor dient zugleich als Glühlampenfassung. Ein- und Ausschalten erfolgt durch Drehung des Lampenkopfes, kann aber, infolge der Ausbildung des Kontaktstückes, durch Er-

sich innerhalb der Lampe, und die Zuführungsdrähte sind kurz und so weit voneinander, daß die Lampe in jedem Falle schlagwettersicher ist. J. R. [559]

Feuerungstechnik.

Festes Öl für Schiffskessel. Öl als Heizmaterial für Schiffskessel zu verwenden, ist bereits seit längerer Zeit mit gutem Erfolge ausprobiert worden. Besonders auf

Motorschiffen wird neuerdings auch das Treibmittel für bestimmte Hilfsmaschinen in Dampfkesseln mittels Öl erzeugt. Freilich bedarf es bei dieser Feuerungsart besonderer Einrichtungen, welche auf einem mit Kohlenfeuerung versehenen Schiffe nur unter Aufwendung größerer Kosten eingebaut werden können.

Neuerdings tritt wieder die Frage auf, Öl in festem Zustande als Kesselfeuerung zu verwenden, und zwar geht diese Bewegung von englischen Reedern aus, die ausgedehntere Versuche mit festem Petroleum machen wollen, besonders da auch die Petroleumbriketts auf einfache Weise hergestellt werden können. Das Rohöl wird gekocht und diesem eine bestimmte Menge Stearinsäure unter Hinzufügung von in Alkohol gelöster kaustischer Soda zugesetzt. Nach dem Erkalten dieses Gemisches erhält man eine durchscheinende Masse, ähnlich der Glycerinseife, welche genügende Festigkeit zur Herstellung von Briketts in beliebiger Form besitzt und weder bröckelt noch stäubt. Die Briketts haben außerdem die Eigenschaft, daß sie langsam und gleichmäßig infolge ihrer homogenen Struktur verbrennen und unter dem Einfluß der Witterung nicht leiden. Die Wärmeentwicklung einer Tonne Ölbriketts soll der von 2,5 t Kohlen gleichkommen. Aus diesem Grunde ist es möglich, den Aktionsradius der Schiffe erheblich zu vergrößern bzw. den Bunkerraum zum Teil für andere Zwecke nutzbar zu machen.

An der Hand von Versuchen haben englische Ingenieure für die Hin- und Rückfahrt zwischen England und Amerika eine Mindestersparnis von 60 000 Schilling festgestellt und sie sprechen sich daher zugunsten dieser Art Feuerung aus folgenden Gründen aus:

1. Es sind keine wesentlichen Änderungen an den vorhandenen Kohlenfeuerungen notwendig; die Bunker bedürfen keiner besonderen Einrichtung.

2. Die Petroleumbriketts brennen in den Feuerungen sehr gut.

3. Die Heizkraft derselben ist sehr groß.

4. Entzündbare Gase entwickeln sich unter Einwirkung der Hitze in den Feuerungen nicht.

5. Die Briketts brennen langsam durch, ohne flüssig zu werden, entwickeln kein Geräusch und hinterlassen keine Rückstände, ein ganz wesentlicher Vorteil gerade für Schnelldampfer mit ihren ungeheuren Kohlenverbräuchen.

6. Die regelmäßige Form der Ölbriketts gestattet eine bequeme Unterbringung in den Bunkern und demnach eine gute Ausnutzung derselben.

7. Die Briketts erhärten mit der Zeit und erreichen eine große Festigkeit.

8. Infolge der größeren Heizkraft werden die Schiffahrtsgesellschaften eher geneigt sein, die Geschwindigkeit ihrer Schiffe zu erhöhen, ohne eine Überschreitung der früheren Kosten befürchten zu müssen. —

Sollten alle diese Vorteile sich in vollem Umfange bei weiteren Versuchen bestätigen, so dürfte immerhin die allgemeinere Einrichtung dieser neuen Feuerungsmethode bevorstehen, da die Verwendung von flüssigem Brennstoff auf vorhandenen Schiffen umfangreiche Änderungen nach sich zieht.

S. F. [543]

Eisenbahnwesen.

Neues Verfahren zur Vermeidung von Schienenbrüchen im Eisenbahnbetriebe. Schienenbrüche sind bekanntlich, mehr wohl noch in Amerika als bei uns, immer noch der Schrecken der Eisenbahnbetriebe, und zur Vermeidung

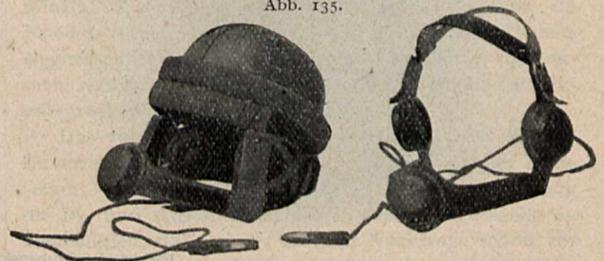
der durch sie leicht herbeigeführten Entgleisungen kann man im allgemeinen neben Aufwendung größter Sorgfalt bei der Herstellung der Schienen und sorgfältigster Prüfung derselben vor der Verlegung nichts weiter tun, als daß man durch den Streckenwärter bei seiner täglichen Begehung der Strecke die Gleise genau daraufhin ansehen läßt, ob sich an deren Oberfläche Materialfehler bzw. Anbrüche zeigen. Das Verfahren bietet naturgemäß eine nur geringe Sicherheit. Nachdem man aber vor einiger Zeit bei einer Zugentgleisung auf der Pennsylvania-Eisenbahn festgestellt hat, daß der das Unglück verursachende Schienenbruch von der Unterseite des Schienenkopfes ausgegangen war, also selbst bei sorgfältigster Besichtigung der Schienenoberfläche durch den Streckenwärter nicht hätte gefunden werden können, hat man, wie *Engineering News* mitteilen, eine Vorrichtung in Gebrauch genommen, die beim Begehen der Strecke die Beobachtung auch der Unterseite des Schienenkopfes ermöglicht, ohne daß der Streckenwärter dabei sich durch oftmaliges Bücken oder gebücktes Gehen besonders anzustrengen braucht. An einem kleinen, mit Hilfe von Rollen auf der zu untersuchenden Schiene fahrenden Wagen sind seitlich nach unten gerichtete, der Schiene zugekehrte Spiegel angeordnet, welche dem den Wagen an einem geeigneten Handgriffe vor sich her schiebenden Streckenwärter außer der Beobachtung der Fahrbahn auch die Besichtigung des unteren Teiles des Schienenkopfes und des oberen Teiles des Steges ermöglichen. Auf mehreren amerikanischen Bahnen sind mit Hilfe dieser Einrichtung Schienenbrüche an der Unterseite des Schienenkopfes gefunden worden, die nach dem gewöhnlichen Verfahren nicht hätten gefunden werden können.

Bst. [510]

Flugwesen.

Telephoneinrichtung für Flugapparate. (Mit drei Abbildungen.) Die Verständigung zwischen einem Flugzeugführer und seinem meist hinter ihm plazierten Passagier ist naturgemäß bei dem das gesprochene Wort übertönenden Geräusch der Motoren und Propeller außerordentlich schwierig, erforderlich ist sie aber sehr häufig, wenn nicht in manchen Fällen, so besonders bei militärischen Flügen, der Zweck des ganzen Fluges in Frage gestellt werden soll. Man hat

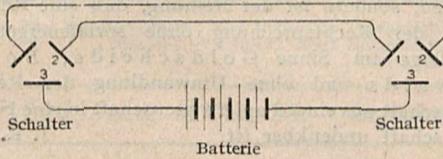
Abb. 135.



deshalb neuerdings in Frankreich den Piloten und seinen Passagier durch ein Telefon verbunden, das eine ungestörte Unterhaltung ermöglicht. Da ein Hantieren mit Schalltrichtern und Hörer im Flugzeug natürlich ausgeschlossen ist, werden beide, wie die beistehende *La Nature* entnommene Abb. 135 zeigt, am Schutzhelm oder durch entsprechende Kopfbänder direkt am Kopfe befestigt, so daß sie sich dauernd verwendungsbereit im Bereiche von Mund bzw. Ohr be-

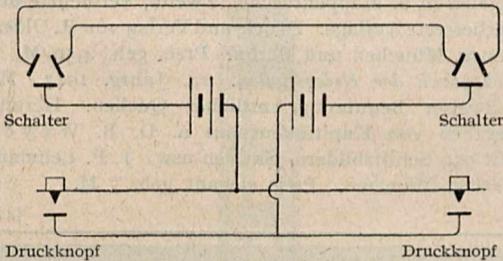
finden. Von jedem Apparat geht eine Leitungsschnur mit einem Kontaktstöpsel aus, welcher letztere zu einem in der Nähe jedes Sitzes angebrachten Stöpselkontakt passen. Das Schaltungsschema der Anlage zeigt Abb. 136. Wenn der Flugzeugführer seinen Kontaktstöpsel dauernd stecken läßt, so kann der Passagier, nachdem er den seinigen eingestöpselt hat, den Piloten anreden und seine Antwort vernehmen, ohne daß beide durch

Abb. 136.



eine Leitung fest verbunden wären, die unter Umständen verhängnisvoll werden könnte. Beim Landen oder bei sonstigen größeren Bewegungen ziehen sich die Stöpsel von selbst leicht aus den Kontakten heraus und beide Flieger sind vollständig unabhängig voneinander und vollkommen Herr ihrer Bewegungen, die durch die von ihrem Kopfe herniederhängende Leitungsschnur nicht behindert werden können. Die Schaltung zeigt nur den Übelstand, daß wohl der Passagier den Führer anreden kann, nicht aber umgekehrt, man müßte dann beide Kontaktstöpsel dauernd eingestöpselt lassen, was sich indessen mit Rücksicht auf den Stromverbrauch nicht empfiehlt. Auf Veranlassung des französischen Kriegsministeriums ist deshalb die Schaltung der Anlage nach Abb. 137 geändert worden. Die Batterie ist in der Mitte geteilt und zwischen beide

Abb. 137.



Teile ist eine mit zwei Druckknöpfen versehene Unterbrechung des Stromes eingeschaltet, die Anlage ist also stromlos, auch wenn beide Kontaktstöpsel eingestöpselt sind. Je ein Kontaktknopf befindet sich im Bereiche der Hand des Führers und des Passagiers, jeder von ihnen kann also jederzeit durch Niederdrücken seines Knopfes den Strom einschalten und die Unterhaltung eröffnen, ohne daß in den Gesprächspausen unnütz Strom verbraucht wird. Bst. [304]

Verschiedenes.

Werner Bolton zum Andenken. Jüngst wollte ich meinem Töchterchen das Zugspitzmassiv mit der Alpspitze, welches wir im Sommer während eines Vierteljahrs täglich vor Augen hatten, in den Hauptkonturen skizzieren. Aber wie staunte ich über mein Unvermögen, als ich einen Vergleich

meines „Kunstwerkes“ mit einer Photographie machte. Kaum hat man die Berge mit ihren großen und kleinen Zacken und Gipfeln verlassen, so verweisen sich in unserer Vorstellung die wahren Verhältnisse der imposanten Riesen, und nur der Zauber, der uns immer wieder zu ihnen zurücklockt, hält uns im Bann.

Ebenso wie diese räumlichen Verhältnisse verweisen sich in unserem Geiste die zeitlichen. Derjenige, welchem es vergönnt ist, an den Problemen der Wissenschaft und Technik mitzuarbeiten, weiß am besten, wie die verschiedenen, im Laufe langer Untersuchungsreihen erzielten Resultate seinem Gedächtnis mehr und mehr entschwinden. Wer gleich mir der Entwicklung eines Zweiges der Wissenschaft oder der Technik in einem gegebenen Zeitraume aufmerksam folgt, dem leben die emsig schaffenden Geister, die Gelehrten und Erfinder, die vollziehenden Werkführer, ja selbst die bescheidenen Arbeiter, noch lange in der Erinnerung. Wer sich aber später, und sei es nur nach einem Jahrzehnt, des entstandenen Baues erfreut, der gedenkt schon lange nicht mehr aller der fleißigen Hände, die ihn errichteten. Noch ein paar Jahrzehnte, und man zollt Bewunderung und Dankbarkeit nur noch denjenigen, welche dem Gebäude den Stempel ihres Geistes aufgedrückt haben.

Abb. 138.



Werner Bolton.

Solche Betrachtungen drängen sich auf, wenn wir uns in die Vergangenheit der künstlichen Beleuchtung versenken. Wir brauchen aber nicht weiter als bis in die letzten dreißig Jahre zurückzugehen. Welche Summe von Arbeit, welche Reihe eifriger Erfinder tritt uns aus dem Rahmen jener Zeit entgegen! Und wie klein ist die Anzahl derer, welchen in dem Gedächtnis der Nachwelt eine bleibende Stelle gesichert wurde! Edison als der erste Erfinder der nach ihm benannten Glühlampe und A u e r v o n W e l s b a c h — das sind die übriggebliebenen, noch leuchtenden Sterne erster Klasse!

Die Errungenschaften der jüngsten Zeit auf dem Gebiete der Glühlampe erinnern uns an den leider so früh verstorbenen Werner Bolton, dessen Lebenswerk die moderne Drahtlampe war, die er in der Tantallampe schuf. Als die ersten Tantallampen in einigen Schaufenstern der Friedrichstraße und in einigen Cafés Berlins brannten, lächelte so mancher Fachmann über die zickzackförmige Aufhängung des Leuchtfadens und bezeichnete die Tantallampe als Spielerei, ohne zu ahnen, daß diese Aufhängung für den Wolframdraht der modernen Metallfadenlampe vorbildlich werden würde.

Die gegen Erschütterungen empfindliche Wolframlampe mit sogen. gespritzten, kurzen bügelförmigen Fäden konnte nicht das Endziel der Glühlampentechniker sein. Nur ein gezogener langer Draht aus Wolfram vermochte der Metallfadenlampe zu ihrer jetzigen Höhe zu verhelfen.

Wenn man berücksichtigt, daß die Wolframdrahtlampe sich mit ungeteiltem Beifall im Fluge den Markt erobert hat, so wird man den Namen Bolton mit ehernen Lettern in die Geschichte der Glühlampe einschreiben müssen.

Dr. C. Richard Böhm, Berlin. [534]

* * *

Juristischer Modernismus, von O. Schleicher, Regierungsbaumeister, „Der städtische Tiefbau“, Heft 22, 1910. Allerorten regt es sich, alte Fesseln und Vorurteile abzustreifen, die Arbeiten, welche auf eine Erneuerung der Rechtswissenschaft, die eigentlich erst noch Wissenschaft werden will, hinzielen, mehren sich. Schleicher ist ein Mitkämpfer für die induktive und soziologische Methode in der Rechtsprechung, wie sie von Fuchs gefordert wird, und weist ganz besonders auf das Werk Lorenz von Steins hin, das in mancher Beziehung als bahnbrechend bezeichnet werden kann. Verf. gibt zunächst einen Überblick über den Entwicklungsgang der scholastischen konstruktiven Begriffsjurisprudenz, die leider heute noch herrschend ist, und ihrer Vorläufer bzw. Grundlagen, das römische Glossatorenrecht, die Kommentatorenrecht, das italienische Pandektenrecht (ein Stück scholastischer Spekulation) und die romanistische Begriffsjurisprudenz (die

historische Schule), welche das Naturrechtszeitalter (1650—1800) wieder ablöste. Verf. behandelt darauf eingehender die Anschauungen und Forderungen von Lorenz von Stein, Menger, v. Ihering, Kühlenbeck, Bozi, Fuchs, Gmelin u. a. und unterzieht die unklaren Begriffsverwirrungen des Neukantianers Stammler und die Begriffsdialektik Kohlers einer scharfen Kritik. Dem Rufe Schleichers: „Über Kant und Hegel hinaus zu Lorenz von Stein“ vermag der Referent jedoch nicht ganz zuzustimmen, sondern ist der Meinung, daß eine Regeneration der Rechtsprechung ohne sozialenergetische Grundlage im Sinne Goldscheids, Bozis, Ostwalds und ohne Umwandlung der Rechtswissenschaft aus einer Papierwissenschaft in eine Naturwissenschaft undenkbar ist. J. R. [523]

* * *

Aluminiumanstrich für Projektionsschirme. Projektionsflächen von größter Weiße und Helligkeit erzielt man durch Überzug mit einer Mischung von 10 g Kalk enthaltender Kalkmilch und 30 g Kasein, der man unter Erhitzen 20 g Spanischweiß und 20 g feinstes Aluminiumpulver zugefügt hat. (Nach Photogr. Rundschau.) J. R. [551]

Neues vom Büchermarkt.

Deutscher Camera-Almanach. Ein Jahrbuch für die Photographie unserer Zeit. 8. Band 1912/13. Begründet von Fritz Löscher, herausgeg. von K. W. Wolf-Czapek, Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Zweigniederlassung Berlin. (250 S. Großoktav.) Mit 156 Bildern. Preis geh. 4,50 M., geb. 5,50 M.

Die Anerkennung der Export-Akademie des k. k. Oesterr. Handelsmuseums in Wien als Handelshochschule. Druck und Verlag von A. K. Perschak, Wien 21.

Jahresbericht 1911 (April 1911 bis 31. März 1912). Kgl. Materialprüfungsamt der Techn. Hochschule zu Berlin in Berlin-Lichterfelde West (Unter den Eichen 87). (74 S.) Verlag von Julius Springer in Berlin.

Reinhertz, Dr. C., weiland Prof. der Geodäsie in Hannover, Geodäsie. 2. Auflage. Neubearbeitet

von Dr. G. Förster, Observator im Geodätischen Institut bei Potsdam. Mit 68 Abbild. (Sammlung Götschen Nr. 102.) G. J. Götschensche Verlagsbuchhandlung, G. m. b. H., Berlin u. Leipzig. Preis in Leinwand geb. 80 Pf.

Recknagel, H. Dipl.-Ing., Berlin, Hilfstabellen zur Berechnung von Warmwasserheizungen. Mit Beispielen in d. Mappentasche. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Druck und Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin. Preis geh. 4,50 M.

Taschenbuch der Kriegsflotten. 14. Jahrg. 1913. Mit teilweiser Benutzung amtlicher Quellen. Herausgegeben von Kapitänleutnant a. D. B. Weyer. Mit 950 Schiffsbildern, Skizzen usw. J. F. Lehmann Verlag, München. Preis elegant geb. 5 M.

[402]

Osram-Draht-Lampe

Unzerbrechlich
70% Stromersparnis

Taghell! Unzerbrechlich!
Sparsam!

das sind die drei Haupteigenschaften der
Osram-Draht-Lampe. — Überall erhältlich.
AuerGesellschaft Berlin O. 17.

