

# PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE  
IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

SCHRIFTFLEITUNG: DR. A. J. KIESER \* VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Nr. 1338

Jahrgang XXVI. 38

19. VI. 1915

**Inhalt:** Gefärbte Pelze und die Apparatur der Pelz- und Rauchwarenindustrien. Von Pelzchemiker Dr. HANS WERNER in Gera-R. Mit sieben Abbildungen. — Über die künstliche Absenkung des Grundwasserspiegels. Von Oberingenieur O. BECHSTEIN. Mit zwei Abbildungen. — Das Ultramikroskop und die moderne Biologie. Von Dr. phil. O. DAMM. — Der jetzige Stand der Frage nach der Bedeutung der Blütenfarbe für die Insekten. Von Prof. Dr. O. RABES. (Schluß.) — Rundschau: Die Artillerie im Pflanzenreich. Von Dr. phil. O. DAMM. Mit sechs Abbildungen. — Notizen: Kanone und Flugzeug. — Kriegs- und Sonderstahle. — Ein neues Unterbrecherprinzip. Mit zwei Abbildungen. — Die Eigenbewegung von Nebelflecken. — Der neunte Jupitermond. — F. W. Taylor †. — Hauptmann a. D. Julius Castner †.

## Gefärbte Pelze und die Apparatur der Pelz- und Rauchwarenindustrien.

Von Pelzchemiker Dr. HANS WERNER, Gera-R.  
Mit sieben Abbildungen.

Wohl über kein Gebiet der Veredelungstechnik ist so wenig zu lesen, wie über das der Bearbeitung und Verwendung der als Rohstoff den Werkbetrieb beschäftigenden Tierhaut mit Haaren. Über Gerberei und Färberei der massenhaft auf den Markt gelangenden enthaarten Garderobestücke der Mitbewohner der Erde, mögen sie zu den Vögeln oder den Säugern, den Fledermäusen oder den Schnabeltieren gerechnet werden, ist, im Gegensatz zu den als Rauchwarenindustrien bezeichneten Gewerben des Zurichtens und des Färbens der Pelze, eine erstaunliche Literatur in allen Sprachen Westeuropas festzustellen.

Dieser von den Vorfahren der heute in den Rauchwarenfabriken tonangebenden Praktiker gewissenhaft und nahezu argwöhnisch gehegte Zustand mutet den neuzeitlichen Pelzfachmann nur dann befremdlich an, wenn er nicht aus derjenigen Schule stammt, die ohne Lehrpult auskommt: aus der des Farbhauses der Pelze. Nachdem nun in diesem Jahre durch die erfreulichen technischen und die zu begrüßenden literarischen Erfolge der überhaupt ersten drei Fachveröffentlichungen\*) über die Veredelung der Riesenvermögen darstellenden Jagdbeute und Zuchtrohware des gesamten Pelzgeschäftes der Erde der Beweis erbracht wurde, daß der gekennzeichnete Mangel an Pelzliteratur von einer überraschend großen Mehrheit zeitgenös-

\*) Diese drei Pelzfachwerke bilden eine in sich abgeschlossene, illustrierte Lehr- und Unterhaltungslektüre für jeden Gebildeten. In jedem Hause, das weiß, was Pelze wert sind, sind sie ebenfalls unentbehrlich.

sischer Mitglieder des Rauchwarengeschäftes als nicht länger erträglich empfunden worden war, erhebt das aus den beiden bereits in die Jahre gekommenen Geschwistern bestehende Fellveredelungshandwerk der Rauchwarenzurichterei und Pelzfärberei lauten Anspruch auf allgemeinere Beachtung und Wertung seiner Leistungen. Aber es hieße die erschienenen Originalfachwerke abschreiben wollen, sollte im engen Rahmen einer Zeitschrift nicht mit einem dürftig bleibenden Auszuge aufgewartet werden, wenn ich all den zahlreichen Verehrern eines warmen, schönen Winterkleides und den sicher noch sachverständigeren Herrinnen köstlicher Sommer- und Seebadpelze ein wirklich zutreffendes Bild von den seit Menschengedenken in der Werkstattheimlichkeit und Marktverschwiegenheit gehüteten Pelzgeheimnissen entwerfen möchte. Es ist, soweit sich nach eingehender Umschau und genauem Vergleichen hat feststellen lassen, überhaupt kein anderes Wissensgebiet von auch nur entfernt ähnlicher wirtschaftlicher Bedeutung so absichtlich und mit solch ganzem Erfolge dieser Absicht durch über drei Jahrhunderte im Dämmerlicht des Werkstattmysteriums gehalten worden, wie die als Kunst anzuprechende Fertigkeit des Pelzfärbens. Auf den Gewerbeschulen hat noch nicht ein einziger Lehrer über die Theorie oder auch „nur“ berichtend über die Praxis der wenigen Pelzfarbkünstler gelehrt; auf keinem Polytechnikum im farbfreudigen Zeitalter der Textilveredelung hat der Sohn des mit „alten Familienrezepten“ sich fühlenden Ahnen bis heute einen Mentor gefunden, der bereit — oder fähig? — war, den zum „Warum?“ drängenden Erben zu führen. Und der Grund für diesen unglaublichen Armutszustand in unserer an allem so überreichen Technik? Der ist fast noch unglaublicher als

der Zustand selber, und der ist es auch, der mir die folgenden Darlegungen diktiert, und der die mannigfachen anderen Vorbehalte zur Auslösung treibt, die ich nach reiflicher Erwägung selbst in den eingangs erwähnten Fachwerken, und zwar in allen dreien, noch zurückgehalten sehen muß.

Wenn man sich dessen bewußt bleibt, daß mit der fortschreitenden Ausbreitung der menschlichen Siedelungen, der sie begleitenden Zurückdrängung der Wildnisse und ihrer Bewohner, vornehmlich der für den Pelzinteressenten in Betracht kommenden, die Nachfrage nach Pelzen in dem ungefähr gleichen Verhältnisse wächst, wie die als Erzeugungsmöglichkeiten zu bezeichnenden Bedingungen sich verschlechtern, so kommt man ohne besondere statistische Hilfsmittel zu einem Ergebnisse, das in der bevorstehenden Pelzteuerung mit darauf folgender Ausrottung aller Pelztiere wohl unanfechtbaren Ausdruck findet. Von den in neuester Zeit auf staatliche und private Maßregeln hin begonnenen Abkehrversuchen von der Pelzraubpolitik soll hier aus einer Reihe von Gründen nicht gesprochen werden, deren vornehmster in der Absicht zu sehen ist, in den hier veröffentlichten Ausführungen den Aberglauben von der fast allgemein angenommenen Geringfügigkeit und Ohnmacht der Rauchwarenindustrie als solcher festzustellen.

Alles, was irgendein am Pelze und seiner Geschichte, seiner Entwicklung zum Kunstwerke, seiner Bedeutung als Handelsobjekt und technisches Erzeugnis teilnehmender Fachmann oder, nichttechnisch geschulter, Pelzbesitzer sonst vom Pelze wissen will, findet er in der nunmehr erschöpfend vorhandenen Pelzliteratur. Bei deren Studium kommt man u. a. auch auf die für den ersten Eindruck reichlich befremdliche Tatsache, daß fast jeder Pelz, der als Kleidungsstück Verwendung findet, einen mehr oder weniger langen Aufenthalt beim Pelzfärber hinter sich hat. Ich erinnere mich einer Dame, die von sachkundiger Seite im Verlaufe eines den Damen ja so naheliegenden Kleidergespräches auf die Tatsache hingewiesen wurde, daß ihr „echter“ Sealottermuff und die nicht minder „echte“ Persianergarnitur der Tochter — gefärbt seien, und ich werde noch lange nicht vergessen, wie energisch die Besitzerinnen diese „Beleidigung“ ablehnen zu müssen glaubten. Hat sich ein Pelzeigentümer aber erst einmal durch Zufall oder Absicht bis zu der Erkenntnis durchgerungen, daß tatsächlich auch die schwarzen Naturpelze gefärbt, und zwar schwarz gefärbt werden — dann beginnt mit dem gleichen Tage der Erkenntnis ein nicht mehr zu bannendes Mißtrauen gegen alles, was an der Bearbeitung des Naturfelles beteiligt ist. Hauptsächlich hat natürlich der Leib-

kürschner den Schaden, denn diesem wird das neuerworbene Sachverständnis so schnell und gründlich wie möglich im Tone des Vorhaltes überantwortet. Welch üble Folgen eine derartige, an sich sehr wohl verständliche pelztechnische Aussprache mit dem Träger des bisher vorbehaltlos gehegten Vertrauens haben kann, liegt auch für den bescheidensten Psychologen des Marktes auf der Hand. Unter solcherlei zu den Pelzverbrauchern gelangenden Erkenntnisfrüchten zweifelhaften Wertes leidet aber neben dem rechtschaffenen Handwerker und seinen Zunftgenossen die erstaunlich große Pelzverbraucherschar selber am meisten. Vielleicht tragen aus Gründen der Folgerichtigkeit einige, die halben Nachrichten und ihre immer bösen Folgen bannende, sachlich ganze Mitteilungen aus der neuerzlich entwickelten Pelzveredelungstechnik zur wirksamen Bekämpfung und hoffentlich gründlichen Beseitigung ebenso ungerechter wie naheliegender Vorurteile gegenüber gefärbtem Pelzwerke bei.

Voraus bemerken muß ich, daß man ungefärbte Pelze überhaupt nur dann als Kleid tragen kann, wenn man von vornherein auf die Verwendung von anders als weiß aussehenden oder harmonisch einander ergänzenden Pelzfellen verzichtet. Denn es ist nicht angängig, alle Naturpelze so auszusuchen, daß sie, sobald sie der Kürschner zusammengenäht und zum eigentlichen Begriffe „Pelz“ vereinigt hat, als ein aus fast einander gleichenden, aber doch im Naturfarbton bald heller, bald kastanienbraun oder nußfarbentücheliges Allerleirauh Abnehmer fänden. Das Ebenmäßige, Satte, dem Auge schon Wohlbehagen, Wärme im äußeren Eindrucke Vermittelnde einfarbigen Pelzwerkes, gerahmt und damit gehoben durch eine im Farbton abstechende Verbrämung wiederum nicht scheckigen Pelzwerkes — das ist es, was den zwingenden Zauber geschmackvoller, geschickt getragener Pelzkleidung ausübt. Das hat als Dogma frühzeitig die Anerkennung der berufensten Förderer und Bildner der Schönheit, der Maler aller Zeiten und Völker, gefunden. Belege für diese wissenswerte Tatsache finden sich in einem der erwähnten drei Fachwerke, das unter dem Titel „Die Kürschnerkunst“ schon jetzt in den maßgebenden Büchereien zu finden ist. Seitdem die Maler somit dem Pelzwerk die Anerkennung farbenfrohen Blickes mit der Wirkung ausdrückten, daß schönfarbiges Tierkleid der Frauenschönheit nicht wenig zuträglich sei, seit damals haben die Pelzfärberei und die ihr untrennbar zugehörnde Pelzgerichte alles aufgeboten, um das von dieser Zünfterseite ihr geschenkte Zutrauen zu rechtfertigen und es auch in weniger gunstbereiten Kreisen sich zu erwerben. Erfinderscharfsinn schenkte ihr in unserem Zeitalter des lebendigen

Stahls eine Fülle von anfänglich mehr oder weniger brauchbaren Gehilfen. Maschinen nicht selten wunderlichster Bauart traten in den Dienst der sich immer nach oben ausdehnenden Bestrebungen opferbereiter Firmen der Rauchwarenherrscher, und immer mehr trat redlich erworbene Erfahrung dorthin, wo die führende Wissenschaft sich bis in die allerneueste Zeit befremdlicher Weise vollkommen ausgeschwiegen hatte. Einzelheiten über diesen hier nicht zur Erörterung beabsichtigten Lebenslauf der Pelzfärberei, soweit sie im Rahmen des Handbetriebes herangebildet wurde, finden sich in einer anderen, heute gleichfalls zugänglich gewordenen literarischen Quelle, die den Titel

„Das Färben der Rauchwaren“ trägt. Ist mit der Namhaftmachung der beiden

Hauptzeugen nunmehr die Möglichkeit der eingehenderen Pelzfor- schung gegeben, die entweder selbst schon längst etwas vom Pelze wissen wollten oder selber den Wert eines schönen, „echten“ Pelzschmuckes zu würdigen verstehen, so ist gleichzeitig der erste Schritt getan in dasjenige Gebiet, an dem

der Pelzfreund mit technischem Anteil seine helle Freude erlebt.

Noch vor kaum 20 Jahren wurden die Felle, die zum Färben bestimmt waren, einzeln von Menschenhand demjenigen Vorverfahren, der sogenannten „Tötung“, unterworfen, welches die Reinigung und gleichzeitig die Entfettung des Haares — nicht auch der Haut, des Leders der Pelze — bezweckt. In den neuzeitlichen Großbetrieben würde dieses Verfahren von den dort beschäftigten Zeugen der Vergangenheit noch heute dem Apparatverfahren vorgezogen werden, wenn nicht unüberwindliche Vernunftgründe kaufmännischer Herkunft solche Wünsche im Farbhause zum Schweigen brächten.

Die hier abgebildete Anlage (Abb. 424) läßt erkennen, daß außer der als Hauptziel angestrebten Gleichmäßigkeit im schließlichen Farbausfalle

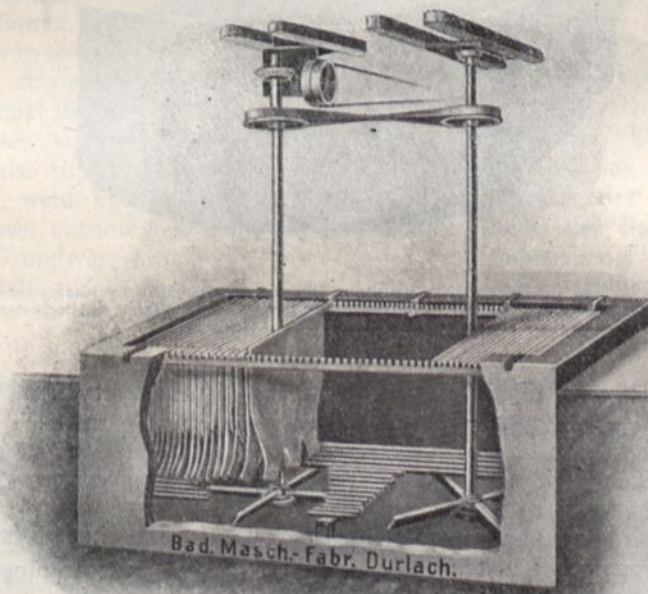
besonders auch der Gleichzeitigkeit der Weiterbehandlung von Station zu Station im Farbhause erforderlich Rechnung getragen ist. Durch Zwischenschaltung von dichtenden Scheidewänden können in diesen Rührwerken Kammern für verschieden rauhe, verschieden starke, große und kleine Felle einer oder mehrerer Gattungen ebenso getrennt gehalten und dennoch gleichzeitig mit der ganzen übrigen Partie fertiggestellt werden, wie sich in Lohnfärbereien das Eigentum der einzelnen Auftraggeber unter denkbar bester Aufsichtsmöglichkeit befindet, und sonst keineswegs unbekannt Verwechslungen oder Vermengungen der arbeitenden Posten praktisch leichter zu verhüten

sind. Die Einrichtung ist Reparaturen so gut wie gar nicht ausgesetzt, arbeitet wirtschaftlich und gewährleistet eine bei Apparaten älterer Bauart nicht immer voll erreichte Schonung auch empfindlicher Farbgutes. Insbesondere unterliegen Felle, deren Haar von Natur lockig ist, wie die geschätzten Persianer des Handels, die Felle des Karakulschafes aus Bu-

chara, auch die als Tibet vielgetragenen Schaffelle chinesischer Erzeugung und deutscher Färbung in dem neuen Apparat nicht der Gefahr des sie vollständig entwertenden Lockenverlustes.

Diese Gefahr begleitet übrigens das Farbfell bis zu seiner schließlichen Fertigstellung auf Schritt und Tritt, von Stufe zu Stufe während des ganzen verwickelten Werdeganges. Wenigstens gilt das ohne Einschränkung von den Edelfellen, die alle nach dem Tauchverfahren behandelt, also nach herkömmlicher Bezeichnung „eingeweicht“ werden müssen. Die einfache Erfahrung, die auch der Nichtpelzfärber an einem gründlich nassen Pudelfelle machen kann, lehrt bekanntlich, daß Ringelhaare das Bestreben haben, sich strähnig zu strecken, sobald sie mit Wasser in Berührung kommen. Werden Felle nun

Abb. 424.



Tötungsapparat, der die gleichzeitige Behandlung verschiedenartiger Felle unter Ausschluß der Beschädigung und der Verwechslungsgefahr ermöglicht.

garnoch lebhaft im Wasser bewegt, geschüttelt, aneinander gerieben oder gedrückt, so ist der Erfolg verhältnismäßig der aufgewendeten, für Rauchwaren verhängnisvollen Arbeit.

Und zu allen Abarten dieses

Geriebenwerdens, des Sichverschlingens der Felle und des daraus sich ergebenden gewaltigen Gelöstwerdens ist an derjenigen Erzeugungsstelle, die an die Entfettung der Farbpelze anschließt, nach dem allgemein bis vor wenigen Jahren geübten Waschverfahren eine Reihe von nicht zu überbietenden Gelegenheiten!

So brauchbar die vielverbreiteten

Waschtonnen für schlichthaariges Pelzwerk sind, und so unbestreitbar sie gegenüber der ursprünglichen Fellwäscherei im Flusse, dessen Fischbestand daran zugrunde ging, ein zu begrüßender Fortschritt waren, so wenig eignen sich die rotierenden Waschapparate gerade für die wertvolleren und feinsten Felle. Aus dieser Erkenntnis heraus baute man in den letzten Jahren, wenn auch ursprünglich für andere Zwecke, die aber dasselbe Herkunftsmotiv zeigen, Waschmaschinen nach dem Gabelsystem. Unverkennbar ist in dieser Anlage (Abb. 425) das Hauptbestreben wirksam zum Ausdrucke gebracht, jede Möglichkeit zur Schonung empfindlichen Waschgutes zu schaffen. Wie man das oft an wirklich der Praxis nützenden, sie nicht nur unter allen Umständen modernisieren wollenden, technischen Fortschritten festzustellen vermag, so muß bei der Waschmaschine nach dem Gabelsystem der Hauptanteil am Erfolge dem in Stahl und Eisen übersetzten Handverfahren aus der Bottichfärberei der Kollegen vom Textilfach zuerkannt werden. Die einzelnen Organe der Gabelwaschmaschine sind schon auf den ersten Blick als Abbilder der in den eben noch belegbaren frühesten Anfängen der Färberei benutzten Rechen, Wender, Stöcke und Krücken zu erkennen. Und die eigentlich einzige Überraschung, die ja schließlich ein sol-

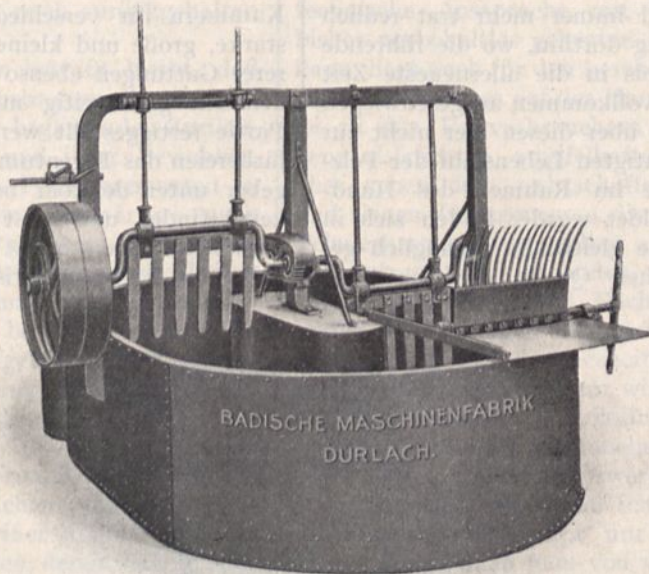
cher eherner Fortschritt aufzuweisen haben muß, besteht darin, daß, wie es schon beim Entfettungsapparate hätte erwähnt werden können,

auch hier nicht die Wascharge, die Felle, Schweife, Stücken und ganzen Tafeln, sondern die Waschflotte, meistens also das Waschwasser, in bestimmt geregelter Flusse sich befindet. Der als wesentlichster Wirtschaftsfaktor heute auch schon in den verschwenderischsten der alten Betriebe zur Anerkennung kommende Organrhythmus scheint mir in der abgebildeten Gabelmaschine in der glücklich-

sten Weise am wertvollen Pelzwaschgute nutzbar gemacht worden zu sein.

(Schluß folgt.) [385]

Abb. 425.



Waschmaschine für Rauchwaren, bei denen Reiben oder Schleifen des Haares vermieden werden muß. (Insbesondere für angegriffene oder überlagerte Sortierposten geeignetes System mit Gabeln.)

## Über die künstliche Absenkung des Grundwasserspiegels.

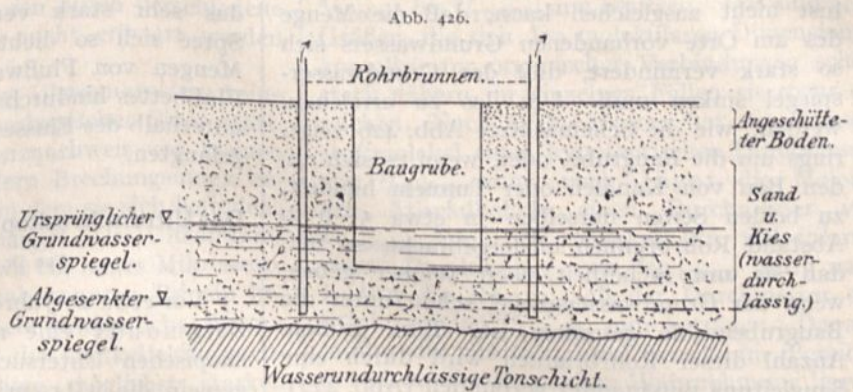
Von Oberingenieur O. BECHSTEIN.

Mit zwei Abbildungen.

Unter Grundwasser versteht man bekanntlich diejenigen Teile des Niederschlagswassers, welche durch die oberen, wasserdurchlässigen Schichten des Erdbodens hindurchgesickert sind, bis sie auf wasserundurchlässige Schichten, wie Felsen, Ton usw. gelangten, auf denen sie nicht weiter versickern können. Wenn die wasserundurchlässige Schicht vollkommen horizontal liegt, so bleibt das Grundwasser darauf stehen und bildet den verhältnismäßig selten vorkommenden Grundwassersee. In den meisten Fällen sind die undurchlässigen Schichten aber nach irgendeiner Richtung geneigt, so daß das Grundwasser als Grundwasserstrom auf ihnen abfließt. Da dieses Fließen aber durch die durchlässigen Schichten des Bodens hindurch geschehen muß, so kommt stets nur ein recht träger Strom zustande, dessen Geschwindigkeit zudem mit der Art und Zusammensetzung der zu durchfließenden Schichten wechselt.

Aus dem Grundwasser beziehen wir, weil es infolge der Filtration durch den Boden hindurch reiner ist als das Oberflächenwasser der Flüsse und Seen, mit Vorliebe unser Trinkwasser, indem wir Brunnen bis in das Grundwasser hinabtreiben. Wenn nun in einem besonders heißen Sommer, in welchem die an sich schon geringen Mengen von Niederschlägen durch die ausgedörrten oberen Bodenschichten festgehalten werden, so daß sie nicht weiter versickern und zu Grundwasser werden können, die Menge des Grundwassers infolgedessen stark abnimmt und damit der Grundwasserspiegel sinkt, so ist diese Absenkung des Grundwasserspiegels ebenso unerwünscht, wie diejenige, die eintritt, wenn einem Brunnen eine Zeitlang mehr Wasser entnommen wird, als in seinem Bereich Grundwasser durch Bodenversickerung sich bildet.

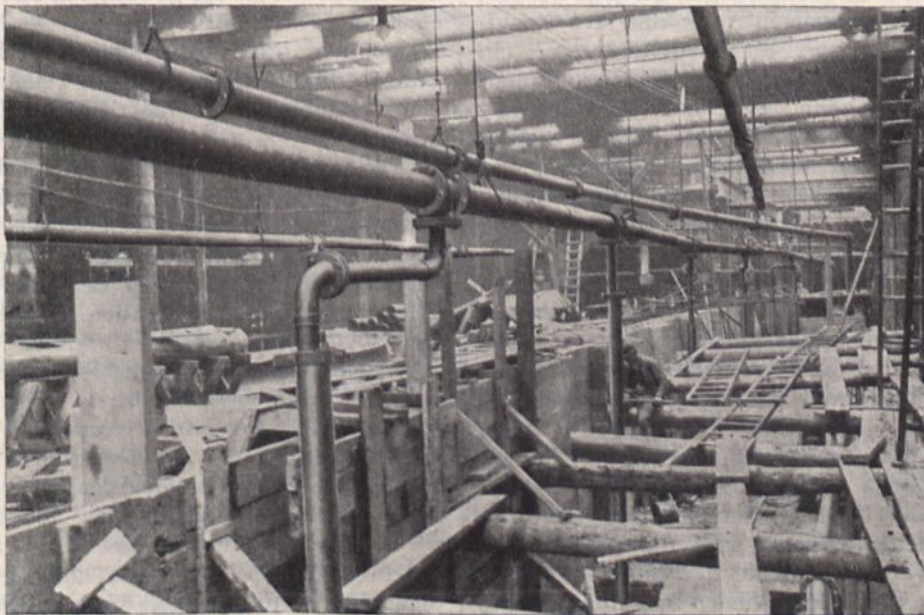
mente, Abwasserkanäle, Untergrundbahntunnel usw. zu bauen, die ganz oder zum Teil noch unter den normalen bzw. den zur Zeit des



Schematischer Schnitt durch eine Baugrube mit künstlicher Absenkung des Grundwasserspiegels.

Baues herrschenden Grundwasserspiegel hinabreichen. In solchen Fällen hilft man sich durch künstliche Absenkung des Grundwasserspiegels in der Umgebung der Baugrube bis unter den tiefsten Punkt des Bauwerkes, und diese Art des Trockenlegens der Baugrube hat das früher meist übliche Verfahren fast ganz verdrängt,

Abb. 427.



Baugrube für Straßenuntertunnelung mit Rohrbrunnen und Saugleitung zur Absenkung des Grundwasserspiegels. (Siemens & Halske A.-G., Abteilung für elektrische Bahnen, Siemensstadt bei Berlin.)

So sehr nun aber die Wasserversorgungstechnik die reichlichen Grundwassermengen und die hohen Grundwasserspiegel schützt, so unangenehm können diese beiden aber auch der Tiefbautechnik werden, wenn es sich darum handelt, tief in den Boden reichende Funda-

nach welchem die Grube durch gedichtete Spundwände ringsherum gegen das Eindringen von Wasser geschützt und dann ausgepumpt wurde.

Beim künstlichen Absenken eines Grundwasserspiegels geschieht nichts weiter als beim oben erwähnten sog. Leerpumpen eines Brunnens; dem

Grundwasserströme im Bereich der trocken zu legenden Baugrube werden durch Pumpen so große Wassermengen entzogen, daß das nachsickernde Niederschlagswasser den Verlust nicht ausgleichen kann, daß die Menge des am Orte vorhandenen Grundwassers sich so stark vermindert, daß der Grundwasserspiegel sinken muß. Um das zu erreichen, werden, wie die Schemaskizze Abb. 426 zeigt, rings um die Baugrube, oder, wenn es sich um den Bau von Kanälen oder Tunneln handelt, zu beiden Seiten derselben in etwa 5—6 m Abstand Rohrbrunnen niedergebracht, so tief, daß sie mit Sicherheit noch Wasser geben, wenn der Grundwasserspiegel schon unter die Baugrubensohle gesunken ist. Eine größere Anzahl dieser Rohrbrunnen wird durch eine Saugleitung miteinander verbunden (Abb. 427), diese wird an eine entsprechend starke Pumpe, eine Mammutpumpe oder elektrisch betriebene Zentrifugalpumpe, angeschlossen, und dann kann die Wasserförderung beginnen.

Die auf diese Weise dem Boden entzogenen Grundwassermengen — es liegt in der Natur der Sache, daß diese je nach den vorliegenden Grundwasserverhältnissen und nach der Tiefe und sonstigen Abmessungen der Baugrube oft sehr groß sind\*) — werden ungenutzt abgeleitet. Die Pumpen arbeiten natürlich Tag und Nacht und müssen in ihrer Leistung so geregelt werden, daß nach der einmaligen Absenkung des Grundwasserspiegels unter die Baugrubensohle ein Ansteigen desselben während des Baues nicht mehr eintreten kann. Erst nach Fertigstellung des in der Baugrube liegenden Bauwerkteiles wird die Tätigkeit der Pumpen eingestellt, und der Grundwasserspiegel beginnt dann allmählich wieder zu steigen, bis er seinen früheren Stand wieder erreicht hat.

Wie weit sich die Wirkungen einer derartigen künstlichen Absenkung des Grundwasserspiegels erstrecken, hängt natürlich ganz von den örtlichen Boden- und Grundwasserverhältnissen ab. Je weniger weit sie über die nächste Umgebung der Baugrube hinausgehen, desto weniger Wasser ist auszupumpen, desto billiger wird die ganze Arbeit. Es kommt aber auch vor, daß der Grundwasserspiegel auf einer so großen Fläche abgesenkt wird, daß benachbarte Brunnen versiegen. Eine der interessantesten und schwierigsten künstlichen Absenkungen des Grundwasserspiegels aus den letzten Jahren war die beim Bau des Spreetunnels der Berliner Untergrundbahn durchgeführte, bei welcher mit

\*) Beim Bau des Tunnels für die Untergrundbahn der Stadt Schöneberg wurden am Nollendorfsplatz längere Zeit hindurch in 24 Stunden 34 560 cbm Grundwasser ausgepumpt, eine Wassermenge, die den Gebrauchswasserbedarf einer Großstadt von 300 000 bis 400 000 Einwohnern darstellt.

Hilfe von Mammutpumpen durch 24 m tief unter den Wasserspiegel des Flusses niedergebrachte Rohrbrunnen der Grundwasserspiegel bis zu 12 m unter Spreespiegel gesenkt wurde, wobei das sehr stark verschlammte Flußbett der Spree sich so dicht zeigte, daß nur geringe Mengen von Flußwasser durch die Sohle des Flußbettes hindurch in die trocken zu legenden, unterhalb des Flusses liegenden Bodenschichten gelangten.

[496]

### Das Ultramikroskop und die moderne Biologie.

Von Dr. phil. O. DAMM.

Vor etwa 10 Jahren haben Siedentopf und Zsigmondy eine neue Methode der mikroskopischen Untersuchung, die man heute allgemein die ultramikroskopische nennt, in die Naturwissenschaften eingeführt. Die Methode ermöglicht es, Teilchen sichtbar zu machen, deren Größe früher weit unterhalb der Grenze mikroskopischer Wahrnehmung lag. Sie erregte daher großes Aufsehen.

Das Prinzip, das der ultramikroskopischen Methode zugrunde liegt, läßt sich leicht an den bekannten Sonnenstäubchen klarmachen. Feine Staubteilchen kommen in der atmosphärischen Luft immer vor. Mit jedem Atemzuge führen wir sie in großer Zahl unserm Körper zu. Trotzdem sehen wir sie für gewöhnlich nicht; sie sind eben zu klein. Läßt man aber z. B. direktes Sonnenlicht durch einen Spalt in ein dunkles Zimmer einfallen, so treten die Teilchen wie mit einem Zauberschlage plötzlich in die Erscheinung.

Die Staubteilchen werden jetzt sichtbar, weil das Sonnenlicht an ihren Rändern von der geradlinigen Richtung abgelenkt wird oder eine Beugung erfährt, wie es in der Sprache des Physikers heißt. Mit jeder Beugung des Lichts ist aber Interferenz verbunden. Durch die Interferenz entstehen helle und dunkle Ringe, die sog. Beugungsringe, die die Staubteilchen konzentrisch umgeben, wodurch sie dem Auge gleichsam selbstleuchtend erscheinen. Man sieht so den Verlauf der Sonnenstrahlen von allen Seiten; wie ein diffus leuchtendes Band durchzieht das Strahlenbündel den dunklen Raum.

Die Sonnenstrahlen lassen sich zwar auch in einem Raume mit diffusem Tageslicht beobachten, wenn direktes Sonnenlicht einfällt. Auf dunklem Hintergrunde erscheinen sie aber wesentlich deutlicher. Die Kontrastwirkung zwischen Hell und Dunkel spielt also bei ihrer Sichtbarmachung eine wichtige Rolle.

Auf dieser Kontrastwirkung beruht auch die ultramikroskopische Methode. Sie hat zwei Dinge zur Voraussetzung: erstens müssen die Teilchen, die man untersuchen will, außerordentlich stark beleuchtet wer-

den, zweitens muß man die sog. Dunkel-feldbeleuchtung wählen; das direkte Be-leuchtungslicht würde sonst die Beobachtung illusorisch machen. Beide Bedingungen sind von verschiedenen Autoren durch verschiedene Einrichtungen, die hier nicht erörtert werden sollen, erfüllt worden.

Es findet also im sog. Ultramikroskop keine Abbildung im rein mikroskopischen Sinne statt, sondern nur der Existenznachweis von kleinen Teilchen, die einen andern Brechungsindex besitzen als das Medium, in dem sie sich befinden; darin liegt sein Hauptmangel. Das Ultramikroskop ist daher nicht etwa ein neues Mikroskop, das auf einem bisher unbekanntem Prinzip beruht; es stellt vielmehr ein gewöhnliches Mikro-skop dar, bei dem nur die Dunkel-feldbeleuchtung unter Zuhilfenahme möglichst starken Lichts in vorzüglicher Weise zur Anwendung kommt.

Bekanntlich ist die Leistungsfähigkeit auch der besten Mikroskope eine beschränkte. Betrachtet man ein sog. Beugungsgitter, z. B. eine Glasplatte, in die man mittels eines Diamanten feine parallele Linien eingeritzt hat, unter dem Mikroskop in durchfallendem Lichte, so würde bei geradliniger Fortpflanzung des Lichts das mikroskopische Bild dem Objekt in bezug auf die Verteilung der Helligkeit ähnlich sein. Wegen der Beugung am Gitter bleibt aber, wie Abbe gezeigt hat, jene Ähnlichkeit nur bestehen, wenn von dem gebeugten Licht kein merklicher Anteil für das Bild verloren geht. Für die Beugung gilt die Gleichung:  $\gamma = \lambda \cdot \sin w$ , wobei  $\gamma$  die Wellenlänge des Lichts,  $\lambda$  die Entfernung der parallelen matten Linien, die sog. Gitterbreite, und  $w$  den Beugungswinkel bedeutet. Je kleiner nun die Gitterbreite ist, desto mehr werden die gebeugten Lichtbüschel zur Seite geworfen, desto weniger gebeugtes Licht kann das Objektiv des Mikroskops aufnehmen. Ist die Gitterbreite gleich der Wellenlänge des Lichts und damit der Beugungswinkel schon für das erste Beugungsbild (nach der Gleichung)  $= 90^\circ$  geworden, so gelangt bei gerader Beleuchtung gar kein gebeugtes Licht in das Objektiv, und das Gitter muß unter diesen Umständen bei jeder Vergrößerung als gleichförmig helle, strukturlose Fläche erscheinen. Durch die Beugung wird also der Leistungsfähigkeit der gewöhnlichen Mikroskope eine unübersteigliche Grenze gesetzt.

Praktisch genommen beträgt die Grenze der mikroskopischen Wahrnehmung bei gerader Beleuchtung ungefähr  $\frac{1}{4000}$  mm, bei schiefer Beleuchtung mit violetterem Licht und unter Zuhilfenahme einer Monobrom-Naphthalin-Immersion  $\frac{12}{100\,000}$  mm. Was darunter liegt, bezeichnet man als ultramikroskopisch.

Mit Hilfe des Ultramikroskops wurde ein

gewaltiger Schritt in das Reich des Unsichtbaren getan. Nach Siedentopf lassen sich mit dem Ultramikroskop noch Teilchen wahrnehmen, die einen Durchmesser von rund  $\frac{4}{1\,000\,000}$  bis  $\frac{6}{1\,000\,000}$  mm besitzen. Das sind aber Größen, die sich den molekularen Dimensionen komplizierter organischer Verbindungen schon stark nähern, in einzelnen Fällen sie sogar erreichen. Nach O. E. Meyer hat die Wasserstoffmolekel einen hypothetischen Durchmesser von  $\frac{1}{10\,000\,000}$  mm, nach Jäger die Molekel des Äthylalkohols einen Durchmesser von  $\frac{5}{10\,000\,000}$  mm, die Molekel des Chloroforms einen Durchmesser von  $\frac{8}{10\,000\,000}$  mm; nach Lobry de Bruyn soll der Durchmesser der Stärkemolekel  $\frac{5}{1\,000\,000}$  mm betragen. Danach müßte die Stärkemolekel bereits im Bereiche der ultramikroskopischen Wahrnehmung liegen.

So eröffnet sich für den Forscher bei eventueller Steigerung der Lichtintensität die Aussicht, im Dunkel-feld des Ultramikroskops jene theoretisch erschlossenen Teilchen, die Moleküle, die unserem Auge für immer entrückt zu sein schienen, zu sehen und das Spiel ihrer anziehenden und abstoßenden Kräfte sichtbar zu verfolgen. Auf die Steigerung der Beleuchtung kommt dabei alles an. Nimmt doch die Helligkeit der ultramikroskopischen Teilchen mit der sechsten Potenz des Durchmessers ab. Sollte es gelingen, mit Hilfe des Ultramikroskops einen tieferen Einblick in den Bau und die Struktur der Materie zu gewinnen, so wäre damit auch der Philosophie ein wesentlicher Dienst erwiesen.

Bis dahin ist aber noch ein weiter Weg zurückzulegen. Man hat sich daher zunächst ein bescheideneres Ziel gesteckt und die Frage nach dem Aufbau der pflanzlichen und tierischen Zelle zu beantworten gesucht. Die Untersuchungen, die von Gaidukov stammen, führten zu dem Resultat, daß das Protoplasma, der Zellkern, die Stärkekörner und die Chlorophyllkörner aus ultramikroskopischen Teilchen bestehen. Das Plasma scheint vollständig angefüllt zu sein mit beweglichen Teilchen, die wie die Sterne am nächtlichen Himmel erscheinen. Auch die Wand der Pflanzenzellen baut sich aus Ultramikronen auf. Sie sind, wie Nägeli mit seiner Mizellarhypothese voraussah, in ganz bestimmter Weise zu Fibrillen und Netzen angeordnet.

Schon vor Anwendung der ultramikroskopischen Methode hatte man in der Biologie mehrfach die Frage aufgeworfen, ob es Organismen gäbe, die selbst mit unseren besten Mikroskopen nicht gesehen werden könnten, also ultramikroskopisch wären. Diese Frage ist von großer Bedeutung. Einmal möchte der Biologe gern wissen, bis zu welcher Größe Zellen herabsinken können, ohne ihre Lebensfähigkeit ein-

zubüßen; zum andern gibt es verschiedene Krankheiten der Pflanzen und Tiere, die sich bisher nicht auf Lebewesen zurückführen ließen, von denen man aber immer noch annehmen konnte, daß sie vielleicht durch Mikroorganismen bedingt seien (z. B. die Mosaikkrankheit des Tabaks, die infektiöse Panaschüre der Malven, die Maul- und Klauenseuche, die Pocken).

Zu den kleinsten bekannten Lebewesen gehören die Bakterien. Manche von ihnen nähern sich bereits der Grenze mikroskopischer Wahrnehmung. So ist z. B. der Influenzabazillus nur  $\frac{12}{10\,000}$  mm lang und  $\frac{4}{10\,000}$  mm dick; das *Bacterium Spirillum parvum* hat einen Durchmesser von  $\frac{1}{10\,000}$  bis  $\frac{3}{10\,000}$  mm; *Micrococcus indigofera* soll nur  $\frac{15}{100\,000}$  mm dick sein. Alle diese Bakterien wurden mit gewöhnlichen Mikroskopen (ohne Dunkelfeldbeleuchtung) entdeckt und studiert. Sie können also auch nicht als ultramikroskopische Organismen bezeichnet werden.

Dagegen soll der Erreger der Maul- und Klauenseuche nach neueren Untersuchungen von Löffler und Frosch tatsächlich ultramikroskopischer Natur sein. Nach den beiden Forschern kann man Lymphe, die die Klauenseuche hervorzurufen vermag, 2—3 mal durch sterilisierte Kieselgurkerzen filtrieren, ohne daß sie die ursprüngliche Fähigkeit verliert. Würde es sich bei der Infektion um einen gelösten giftigen Stoff handeln, so müßte dieses Gift von einer geradezu erstaunlichen Wirksamkeit sein. Löffler und Frosch nehmen daher an, daß die Erregung der Maul- und Klauenseuche durch einen ultramikroskopischen Organismus erfolgt, der die Fähigkeit starker Vermehrung besitzt.

Gesehen hat diesen Organismus aber bis jetzt niemand, und wenn man auch ohne weiteres zugeben muß, daß die Möglichkeit der Existenz eines solchen Lebewesens besteht, so darf man doch nicht vergessen, daß auch noch eine andere Erklärung für die Ansteckung und Übertragung der Krankheit möglich ist. Man braucht dabei nur an die infektiöse Panaschüre der Malvengewächse und an die Mosaikkrankheit des Tabaks zu denken. Die Malvacee *Abutilon Thompsoni* besitzt grünscheckige Blätter, deren Fleckigkeit sich auf rein grüne Blätter anderer Abutilonarten, ja sogar auf andere Gattungen der Malvengewächse durch Pflanzung übertragen läßt. Aus den eingehenden Versuchen von Baur und Lindemuth über diesen Gegenstand geht hervor, daß die Krankheit keinesfalls durch einen Organismus hervorgerufen wird. Als Ursache der Ansteckung nimmt Baur ein Stoffwechselprodukt der Pflanze an, das die jungen Chlorophyllkörner in der Bildung des Chlorophylls beeinflusst und gleichzeitig veranlaßt, das Stoff-

wechselprodukt immer von neuem zu erzeugen. Zu der gleichen Möglichkeit kam später Hunger für das Zustandekommen der Mosaikkrankheit des Tabaks. Auf ganz ähnliche Weise könnte aber auch die Maul- und Klauenseuche entstehen.

Raehlmann glaubte, in faulenden Eiweißlösungen eine ganze Reihe ultramikroskopischer Lebewesen nachgewiesen zu haben. Mehrere von ihnen ließen typische Veränderungen ihrer Körperform erkennen. Der Forscher nimmt an, daß es sich in diesen Fällen nicht um Bakterien, sondern um höher organisierte Plasmodien handelt. Gaidukov geht noch einen Schritt weiter als Raehlmann. Er kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Schluß, daß Mikroben von ultramikroskopischer Größe sehr häufig, ja sogar allgemein verbreitet seien. Beiden Angaben ist neuerdings Molisch mit aller Entschiedenheit entgegengetreten.

Er hat die Untersuchungen genau nach den Angaben von Raehlmann und Gaidukov wiederholt. Trotzdem ist es ihm auch nicht ein einziges Mal gelungen, ultramikroskopische Organismen zu beobachten. Die Organismen, die im Ultramikroskop als leuchtende Pünktchen oder Stäbchen erschienen, waren vielmehr auch immer zu beobachten, wenn ein Mikroskop ohne Dunkelfeldbeleuchtung benutzt wurde. Die Untersuchungen von Molisch erstreckten sich über einen Zeitraum von zwei Jahren. Der Forscher hat auch zahlreiche andere Präparate untersucht: Fluß-, Sumpf- und Teichwasser, verschiedene tierische und pflanzliche Infusionen, faulende Algenwässer, frische Schnitte durch die verschiedensten Pflanzenteile usw. Immer war das Resultat negativ. Molisch nimmt daher an, daß sich bis heute auch nicht ein einziger Ultraorganismus hat einwandfrei nachweisen lassen. Sollten überhaupt ultramikroskopische Lebewesen existieren, so sind sie nach seiner Meinung keinesfalls so häufig, wie Gaidukov annimmt. Sie dürften auch nicht viel kleiner sein als die kleinsten bisher bekannten Organismen. Auf diesem Gebiete hat also das Ultramikroskop bisher keine neuen Resultate zutage gefördert.

Es fehlt darum auch jetzt schon nicht an Stimmen, die davor warnen, die Erwartungen an die neue Methode zu hoch zu spannen. Dagegen hat das Ultramikroskop der Kolloidphysik und der Kolloidchemie bereits ganz vorzügliche Dienste geleistet. Das berechtigt trotz der theoretischen Bedenken, auf die oben hingewiesen wurde, zu der Hoffnung, daß die ultramikroskopische Methode auch noch für manche andere Aufgabe der Biologie mit Erfolg wird benutzt werden können.



### Der jetzige Stand der Frage nach der Bedeutung der Blütenfarbe für die Insekten.

Von Prof. Dr. O. RABES.  
(Schluß von Seite 584.)

Nun war die Fragestellung zunächst folgende: Wenn es wahr ist, daß die Bienen keinen Farbensinn besitzen, sondern nur Helligkeitsunterschiede wahrnehmen, so müssen sie eine beliebige Farbe mit dem Grau verwechseln, das ihrem Helligkeitswert entspricht! v. Frisch untersuchte zuerst mit Gelb in folgender Weise. Auf einem großen Tische wurden die 30 Graupapiere in ganz beliebiger Reihenfolge nebeneinander gelegt, mit Reißzwecken befestigt und zwischen ihnen an beliebiger Stelle zwei mattgelbe Papiere von derselben Größe eingefügt. „Auf die Mitte jedes Papiers wurde ein Uhrschildchen gestellt, insgesamt also 32 Uhrschildchen von gleicher Größe (4 cm Durchmesser). Die beiden Schälchen auf den gelben Papieren wurden mit Honig (später mit Zuckerwasser) gefüllt, die anderen Schälchen blieben leer. Nachdem die Bienen durch ein paar große mit Honig beschriebene Papierbogen herbeigelockt worden waren, fanden sie bald auch die kleinen Honigschildchen auf den gelben Papieren und wurden nun ausschließlich auf diesen gefüttert. Bald entwickelte sich ein lebhafter Bienenverkehr, und die Schälchen mußten oft nachgefüllt werden, wobei auch häufig die Plätze der gelben Papiere zwischen den grauen gewechselt wurden, um eine Dressur auf einen bestimmten Ort zu vermeiden und eine reine Dressur auf die Farbe zu erhalten. Auch wenn der Ort der gelben Papiere soeben gewechselt worden war, flogen die Tiere, ohne zu zögern, direkt auf die Futterstellen los, wobei natürlich zunächst nicht zu entscheiden war, ob sie durch den Geruchs- oder Gesichtssinn hingeleitet wurden.“

Nach diesem aussichtsreichen Anfange wurden die Versuche nun abgeändert, um auch die letzterwähnte Frage zu entscheiden. Die Möglichkeit dazu lag in der Untersuchung, ob es durchführbar wäre, die Bienen auf eine bestimmte Farbe zu dressieren. Zwei Tage lang wurden sie auf Gelb dressiert, d. h. nur in den Uhrschildchen auf dem gelben Papier fanden sie Zuckerwasser. Jetzt wurden die bisher benutzten gelben Papiere und Uhrschildchen, denen ja Bienen geruch anhaften konnte, gegen neue ausgewechselt, diese außerdem noch an anderen Stellen eingeschaltet, und alle Uhrschildchen, auch die auf den grauen Papieren, wurden mit Zuckerwasser gefüllt. Würden die Bienen nur vom Geruchsinne geleitet, so müßten sie alle Schälchen gleichmäßig besuchen. Das geschah nicht. Würden sie weiterhin keine Farbqualitäten wahrnehmen, sondern nur Helligkeitsunterschiede, so müßten sie das

Gelb mit denjenigen grauen Papieren verwechseln, die denselben oder doch annähernd denselben Helligkeitswert besäßen wie jene. Auch das trat nicht ein: die Bienen, die auf Gelb dressiert waren, besuchten nur die Schälchen mit Zuckerwasser, die auf den gelben Papieren standen, alle grauen Papiere, wo sie nach ihren bisherigen Erfahrungen nichts zu erwarten hatten, wurden nicht beachtet. Auch als weiterhin zwei neue gelbe Papiere mit sauberen Uhrschildchen eingefügt wurden und alle Schälchen leer blieben, flogen die Bienen nur nach den gelben Papieren und übersahen alle grauen.

In ähnlicher Weise lassen sich die Bienen auch auf einige andere Farben dressieren, so z. B. auf Blau. Das gelingt ebensogut wie mit Gelb, wie v. Frisch z. B. durch folgende Abänderung der bisherigen Versuche nachwies: Sämtliche Uhrschildchen wurden mit Zuckerwasser gefüllt, nur die auf Blau stehenden blieben leer. „Auch jetzt flogen die Bienen scharenweise auf das blaue Papier und suchten das leere Schälchen von allen Seiten ab, während die gefüllten Schälchen meist lange Zeit unbeachtet blieben.“

Aus allen diesen Versuchen geht doch ohne Zweifel hervor, daß die Bienen sich nicht wie total farbenblinde Menschen verhalten und die Farben nur an ihrem Helligkeitswerte erkennen, sondern die Art der Farbe beurteilen, kurz: die Bienen erkennen Farben. Und aus dem zuletzt mitgeteilten Versuche läßt sich weiter erkennen, daß bei ihnen der Gesichtssinn — wenigstens beim Aufsuchen der Blüten — höher zu bewerten ist als der Geruchssinn. Letzterer mag in gewissen Fällen (so beim Erkennen der Genossen desselben Stockes) von großer Bedeutung sein, bei der uns beschäftigenden Frage steht er aber wohl beträchtlich zurück. „Wären die Bienen einmal gewohnt, auf einem bestimmt gefärbten Papier Futter zu finden, so war für ihr Verhalten die Wahrnehmung dieser Farbe ausschlaggebend, und der Geruchssinn trat in den Hintergrund.“

Daß der Helligkeitswert nicht ausschlaggebend sein konnte, ging auch aus weiteren Dressurversuchen mit Grau hervor. Es gelang v. Frisch nicht, die Bienen auf ein z. B. mittleres Grau zu dressieren. Sie ließen sich wahllos auf allen grauen Papieren nieder, bevorzugten nicht einmal die dem Dressurpapiere am nächsten stehenden Papiere der Serie vor den ganz hellen oder den ganz dunkeln Papieren.

Noch in einem anderen Falle erhielt v. Frisch ein Versagen des Farbensinnes der Bienen: es gelang nicht, sie auf Rot zu dressieren; sie verwechseln es mit Schwarz. Auch andere farblose graue Papiere beflogen sie dabei. Dasselbe zeigt sich bei Blaugrün. Das ist aber dasselbe Verhalten, das wir bei der sog. Rotblindheit am

Menschen beobachten können. „Der Farbensinn der Biene zeigt somit eine weitgehende Übereinstimmung mit dem Farbensinn eines rotblinden (protanopen) Menschen.“ Die Bienen sehen daher z. B. im Purpurrot das darin enthaltene Rot gar nicht, sondern nur das Blau; infolgedessen gingen sie bei Dressurversuchen mit Purpurrot auch stark auf Violett und Blau, und auf Gelb dressierte Bienen besuchten, wenn ihnen eine ganze Serie farbiger Papiere vorgelegt wurde, ebenfalls Orange, das Rot und Gelb enthält.

Beachtenswert sind nun auch die Ausblicke, die v. Frisch auf Grund dieser gewonnenen Erkenntnisse auf das Vorkommen von Farben in der Natur hält: „Es ist interessant, nach diesen Erkenntnissen einen Blick auf die Blumenwelt zu werfen, deren Farben nach den Anschauungen von Heß mit den Sehqualitäten der Insekten in keinem Zusammenhang stehen sollten. — Da fällt an unserer Flora sogleich der Mangel an roten Blumen auf. Das Rot der „rotblühenden“ Pflanzen ist meist ein Purpurrot, das reichlich Blau enthält; ich erinnere nur an Erika und Kalluna, an Zyklopen, an die Alpenrose (*Rhododendron*), an die rotblühenden Klee- und Orchideenarten, alles Pflanzen, die von Honigbienen und anderen Apiden reichlich besucht werden. Mir ist in unserer Flora (von Kulturpflanzen natürlich abgesehen) kein Gewächs mit rein roten Blüten bekannt außer dem Klatschmohn (*Papaver Rhoeas*), der allerdings von Bienen besucht wird; doch dieser hat so große Blumenblätter, daß er für uns auch dann noch auffallend genug wäre, wenn seine Blüten schwarz statt rot wären; so mag es sein, daß hier die Farbe keine Bedeutung hat und daß die Mohnblüte den Bienen nur als große, dunkle Blume erscheint. Man könnte daran zweifeln, daß diese Armut unserer Flora an roten Blumen mit dem Farbensinn der Insekten in Zusammenhang stehe. Man will vielleicht die Ursache dafür lieber in der Pflanzenwelt selbst suchen; doch fällt es schwer, solches zu glauben, wenn wir sehen, wie häufig bei uns rein rote Früchte sind — die nicht den Insekten, wohl aber, im Interesse der Verbreitung der Samen, den Vögeln auffallen sollen — und wenn wir hören, daß in anderen Ländern rote Blumen häufig sind, und zwar gerade bei solchen Pflanzen, welche nicht von Insekten, sondern von Vögeln, von Kolibris, bestäubt werden.“

Wenn wir nach alledem berechtigt sind, die Farbe der Blüte als Anlockungsmittel für die Insekten zu betrachten, so bleibt doch in Beziehung auf den Endzweck des Insektenbesuches, die Bestäubung, noch einiges zu berücksichtigen. Die Bienen sollen die Blüte nicht nur besuchen, sondern auch den dabei erhaltenen Blütenstaub auf eine Blüte derselben Art weitertragen.

Dabei würden sie mit der Blütenfarbe, die bei vielen verschiedenen Pflanzenarten die gleiche ist, allein nicht auskommen. Es muß da noch etwas anderes hinzukommen, das die Erkennung erleichtert. Das ist gegeben in den verschiedenen Farbenzusammenstellungen (mehrfach gefärbte Blüten) und in den verschiedenen Formen (vgl. z. B. die flach-schalenförmige Blüte der Rose mit der ganz eigenartig geformten Lippenblüte!) der Blüten. Trifft das zu, so müssen sich die Bienen auch auf Farbmuster und auf Formen dressieren lassen.

Zur Dressur auf Farbmuster benutzte v. Frisch würfelförmige Pappkästen, deren Vorderseite das Muster zeigte. Ein Loch in der Mitte führte zur Honigquelle. Die Dressur gelang auch dann noch, wenn z. B. die Farbfläche zur Hälfte blau, zur anderen Hälfte gelb aussah oder aber in blau-gelbe Oktanten geteilt war. In beiden Fällen ist ja die Fläche, die die blaue bzw. gelbe Farbe bedeckt, gleich groß, nur ihre Anordnung ist eine verschiedene. Ebenso gelang die Dressur der Bienen auf verschiedene Formen, die selbstverständlich so gewählt wurden, daß sie wenigstens annähernd gewissen Blütenformen ähnelten. Danach scheint sicher zu sein, daß bei den Insekten für das Auffinden und Erkennen der Blüten die Farbe und deren Anordnung, sowie die Form der Blüte ausschlaggebend sind.

Also: die Pracht der Blütenfarben, ihre Zusammenfügung zu reizvollen Mustern und die so verschiedenartigen Formen sind alle nur der Bestäuber wegen da. Kommen diese für die Übertragung des Pollens nicht in Betracht (Windblütler), so fehlen auch jene. Und so führten diese interessanten Versuche v. Frischs zu einer abermaligen Bestätigung der Ansicht Sprengels; es dient die Farbe der Kronen dazu, den Insekten schon von weitem in die Augen zu fallen. — Die Nachwelt hat die Verdienste des so verkannten Begründers der Blütenbiologie dadurch geehrt, daß 100 Jahre nach dem Erscheinen seines grundlegenden Werkes dieses neu aufgelegt worden ist. [271]

## RUNDSCHAU.

(Die Artillerie im Pflanzenreich.)

Mit sechs Abbildungen.

Der Ferienwanderer schreitet zwischen wogenden Getreidefeldern dahin. Die Julisonne prasselt auf die lechzende Erde hernieder, wie selten zuvor. Plötzlich läßt sich in dem Getreide ein leises Knistern und Rascheln vernehmen. Erstaunt steht der Wanderer still. Er sucht nach einer Erklärung für das Geräusch und findet doch keine.

Da sieht er, wie aus der Kapsel Frucht einer Kornrade, die dicht am Wege wächst, zahlreiche schwarze Samen herausgeschleudert werden. Sie fliegen mehr als 1 m weit. Bald läßt sich der Vorgang auch an anderen Stellen und an anderen Unkräutern des Getreides, z. B. am Rittersporn und am Klatschmohn, beobachten. Jedesmal, wenn die Samen ihre Luftreise antreten, entsteht das knisternde Geräusch.

Die heimische Flora besitzt noch eine ganze Reihe von Pflanzen, die ihre Samen aus Kapsel Früchten fortzuschleudern vermögen, z. B. die verschiedenen Veilchenarten, die zahlreichen Arten der Lupine und den Besenginster.

Bei den Storchschnabelarten erfolgt das Fortschleudern in etwas anderer Weise. Wie sich der Vorgang im einzelnen vollzieht, möge der Wiesenstorchschnabel (*Geranium pratense*) lehren, der mit seinen großen, blauen Blüten unsere Wiesen und lichten Gebüsche schmückt. Die Frucht besteht hier aus fünf Fruchtblättern. Zur Zeit der Reife zerfällt sie in fünf Teilfrüchte, die um eine Verlängerung des Blüten- bzw. Fruchtsoteles, die sogenannte Mittelsäule, angeordnet sind. Jede Teilfrucht besitzt eine lange Granne. Die fünf Grannen sind mit der Mittelsäule verwachsen. Bei trockenem Wetter lösen sich die Teilfrüchte von der Mittelsäule ab und schnellen an der Granne, die sich bogenförmig krümmt, mit ziemlicher Gewalt nach oben, bleiben aber an dem oberen Grannenteile mit der Mittelsäule verbunden. Dadurch werden sie in ihrer Bewegung aufgehalten, und es entsteht ein heftiger Ruck. Da nun die Fruchtblätter auf der Innenseite einen großen Spalt besitzen, werden die Samen in weitem Bogen fortgeschleudert, etwa wie ein Stein, den man aus der hohlen Hand mit einem kurzen Ruck des Armes fortwirft.

Die gleiche Art des Ausstreuens der Samen finden wir bei allen großblütigen Storchschnabelarten; bei den kleinblütigen Arten, z. B. bei dem Ruprechtskraut (*Geranium Robertianum*), lösen sich dagegen die Grannen ganz ab, so daß die vollständigen Teilfrüchte fortschnellen.

Die einheimischen Gewächse werden an explosiver Kraft von einigen Ausländern weit übertroffen. Unter ihnen hat der weiche Acanthus (*Acanthus mollis*), dessen Blätter bekanntlich als Motiv an den Kapitälern der korinthischen Säulen dienen, eine gewisse literarergeschichtliche Bedeutung erlangt. Goethe berichtet über diese Pflanze in seiner Italienischen Reise: „Ich hatte mehrere Samenkapseln von *Acanthus mollis* nach Hause getragen und in einem offenen Kästchen niedergelegt. Nun geschah es in einer Nacht, daß ich ein Knistern hörte und bald darauf das Umherspringen an Decke und Wänden wie von kleinen Körpern.

Ich erklärte mir's nicht gleich, fand aber nachher meine Schoten aufgesprungen und die Samen umher zerstreut. Die Trockene des Zimmers hatte die Reife bis zu solcher Elastizität in wenigen Tagen vollendet.“ Die Acanthus-samen, die etwa 1/2 g wiegen, können bis 10 m weit fortgeschleudert werden.

Das schwerste Geschütz der Artillerie im Pflanzenreich führt ein Baum in Südamerika, der zu den Wolfsmilchgewächsen gehört und den Namen *Hura crepitans* erhalten hat. Die Früchte zerspringen beim Austrocknen mit pistolenähnlichem Knall und schleudern die Samen, deren Gewicht im Durchschnitt 1 g beträgt, bis 15 m weit fort. Es soll mehrfach vorgekommen sein, daß durch die Wurfkraft der Samen kleine Schachteln, in denen sich Früchte befanden, vollständig zertrümmert wurden. Man sieht: die Pflanzenwelt vermag in Ausnahmefällen recht kräftiges Explosionsmaterial hervorzubringen.

Die Vorgänge geben zu denken. In zwei Richtungen können sich die Überlegungen bewegen:

1. Welche Bedeutung hat das Fortschleudern der Samen für die Pflanzen?
2. Wie erklärt sich das explosionsähnliche Öffnen der Früchte physikalisch-chemisch?

Damit wäre das Problem sowohl nach der teleologischen, als auch nach der kausalmechanischen Seite in Angriff genommen.

Die Antwort auf die erste Frage ist verhältnismäßig einfach.

Durch das Fortschleudern gelangen die Samen an Orte, die außerhalb des von der Mutterpflanze eingenommenen Gebietes liegen. Würden die reifen Samen, die oft in großer Zahl in einer einzigen Frucht entstehen, einfach zur Erde fallen und dort im Bereiche der Mutterpflanze keimen, so würden die Keimlinge einander Raum, Luft, Licht und Nahrung streitig machen und sich so gegenseitig vernichten. Es ist daher für die Pflanze von Wichtigkeit, daß ihre Samen über einen möglichst großen Bezirk ausgestreut werden. Das geschieht hier durch das Fortschleudern. Somit steht das Fortschleudern der Samen im Dienste der Erhaltung der Art und der Verbreitung der Pflanzen.

Schwieriger ist die Antwort auf die zweite Frage, die oben gestellt wurde, und erst die neueste Forschung hat die erforderliche Aufklärung zu geben vermocht.

Die moderne Botanik verlegt den Sitz der Kräfte, die das Aufspringen der Kapsel Früchte bewirken, in die Membranen der Zellen. Das Öffnen erfolgt immer nur dann, wenn die Zellen abgestorben sind und wenn sämtliches Wasser im Zellinnern und in den Zellwänden verdunstet

ist. Deshalb hört man das knisternde Geräusch im Getreidefelde auch nur, wenn die Sonne recht heiß scheint, niemals bei Regenwetter. Bei der Abgabe von Wasser verkleinert sich die Zellmembran: sie schrumpft, wie es in der Sprache der Pflanzenphysiologen heißt; nimmt dagegen die Membran Wasser auf, so vergrößert sie sich: sie quillt. Das Quellen und das Schrumpfen sind also entgegengesetzte Vorgänge.

Denkt man sich eine langgestreckte zylindrische Zelle, die ringsum in gleicher Weise quellungsfähige Wandungen aufweist, so wird bei Wasseraufnahme oder Wasserabgabe als nennenswerte Veränderung bloß eine Verlängerung bzw. Verkürzung der Zelle eintreten. Von einer Krümmung kann nur dann die Rede sein, wenn das Quellungsvermögen zweier einander gegenüberliegender Längsstreifen der Membran ungleich groß ist. Was für die einzelne zylindrische Zelle gilt, das hat auch für einen ganzen Gewebezylinder Gültigkeit.

Das Ausmaß der Krümmung ist dabei lediglich von der Differenz des Quellungsvermögens der antagonistischen Seiten abhängig. Ob die Zellwände dick oder dünn sind, spielt dabei keine Rolle. Die Energie, mit der sich die Krümmung vollzieht, ist aber um so größer, je dicker die Zellwandungen sind. Da nun bei allen derartigen Bewegungen größere Widerstände überwunden werden müssen, so erfahren die Wände der betreffenden Zellen sehr häufig eine mehr oder minder weitgehende Verdickung.

Anatomisch ist für die Zellen charakteristisch, daß sie meist langgestreckt sind und daß sie spaltenförmige dünne Stellen der Membran, sogenannte Tüpfel oder Poren, besitzen. Verlaufen die Tüpfel quer, d. h. senkrecht zur Längsachse der Zellen, so beobachtet man, daß die Zellen in der Längsrichtung bedeutend stärker quellen als in der Querrichtung. Dementsprechend erfolgt auch beim Austrocknen ein stärkeres Zusammenziehen in der Länge gegenüber dem Querdurchmesser. Die Verlängerung bzw. Verkürzung kann bis zu 30% betragen. Sind dagegen die spaltenförmigen Tüpfel längs gestellt, so ist die Quellungs- bzw. Schrumpfungintensität in der Querrichtung der Zellen größer als in der Längsrichtung. Man kann also ganz allgemein sagen, daß die Richtung der stärksten Quellung bzw. Schrumpfung senkrecht auf der Richtung der spaltenförmigen Poren steht. Das ist das Grundgesetz, das für das Abfeuern der kleinen pflanzlichen Geschütze, der Kapsel Früchte, gilt.

Wenn der Tischler das sogenannte Werfen des Holzes verhindern will, so leimt er zwei Platten zusammen, deren Faserrichtung sich kreuzt. Er erreicht seinen Zweck jedoch nur

dann, wenn er die Platten gleich dick nimmt und ein und dasselbe Holz, d. h. Holz mit gleicher Quellungsfähigkeit wählt. Hieraus ergeben sich umgekehrt die Bedingungen, unter denen bei den Kapsel Früchten Krümmungen zustande kommen können: entweder müssen die entsprechenden Gewebeschichten ungleich dick sein, oder sie müssen, gleiche Dicke vorausgesetzt, ein ungleiches Quellungs- bzw. Schrumpfungsvermögen besitzen.

Der erste Fall ist realisiert bei den Kapsel Früchten der Liliengewächse und Alpenrosen und bei den Hülsen zahlreicher Schmetterlingsblütler. Der Antagonismus wird hier durch verschiedene Lagerung der gleich gebauten Zellen erzielt, die die Krümmung hervorrufen und damit das Aufspringen der Früchte bewirken.

Bei einem zweiten Typus kommt das Aufspringen dadurch zustande, daß die Kapselwand Zellen verschiedener Bauart enthält. So besteht z. B. bei den verschiedenen Glockenblumenarten die Kapselwand der Hauptsache nach aus zwei Gewebeschichten: aus einer äußeren Schicht mit quergetüpfelten Zellen und aus einer inneren Schicht von Zellen, deren Tüpfel längs verlaufen. Wenn die Zellen austrocknen, so muß sich also die äußere Zone bedeutend stärker verkürzen als die innere; sie muß sich also nach außen zu krümmen suchen. Dadurch entstehen Spannungen in der Fruchtwand, die schließlich zu Rissen an den Orten des geringsten Widerstandes führen. Bei vielen Pflanzen sind diese Stellen durch eine ganz bestimmte anatomische Struktur als sogenannte Trennungslinie ausgebildet.

Außer den beiden Typen hat die Natur noch zahlreiche andere Konstruktionsformen hervorgebracht, die auf dem gleichen Prinzip beruhen. Immer handelt es sich hier also um Schleuderbewegungen, die durch Schrumpfen der Zellwände zustande kommen. Man bezeichnet deshalb auch den Mechanismus als Schrumpfungsmechanismus.

Einen ganz anders konstruierten Schleuderapparat besitzen die Polypodiaceen unter den Farnkräutern, zu denen z. B. der bekannte Wurmfarne (*Aspidium Filix mas*) unserer Wälder gehört. An der Unterseite der Blätter befinden sich zahlreiche braune Häufchen, die von den Sporenkapseln gebildet werden. Bei stärkerer mikroskopischer Vergrößerung erkennt man, daß die Wand einer solchen Kapsel aus einer Schicht platter Zellen besteht, über die sich ein aus dunkleren Zellen gebildeter sogenannter Ring erhebt (Abb. 428). Die Zellen des Ringes haben sehr starke Innen- und Querwände, aber sehr zarte Außenwände. Läßt man Glycerin auf die Sporenkapseln einwirken, so schwindet das Wasser, das sich im Innern der

Ringzellen befindet, da Glycerin außerordentlich hygroskopisch ist. Da das Wasser aber infolge seiner Adhäsion fest an den Zellwänden haftet, und da die einzelnen Wasserteilchen infolge der Kohäsion fest miteinander verbunden

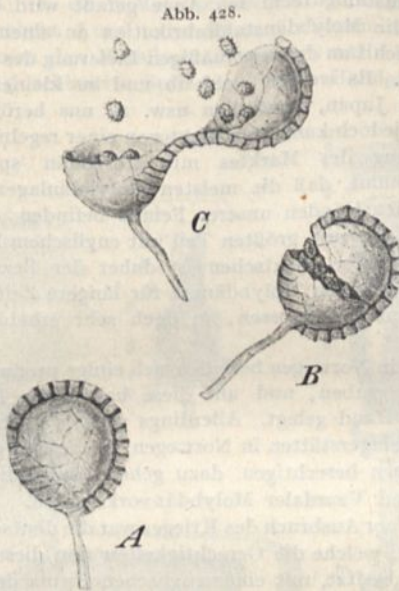


Abb. 428. Sporangium vom Wurmfarn (*Aspidium Filix mas*). A geschlossen, B aufspringend, C die Sporen ausschleudernd. (Nach Kerner.)

sind, wird die zarte Außenwand nach innen gezogen. Infolgedessen nähern sich die verdickten Querwände einander; der Ring verkürzt sich an seinem Außenrande und sucht sich gerade zu strecken. Hat die Spannung einen bestimmten Grad erreicht, so reißt die Kapsel an der Seite auf, an der der Ring nicht schließt (Abb. 428 B), und die Sporen treten heraus. Dieser Vorgang spielt sich von selbst an den Sporenkapseln ab, wenn im Spätsommer die Zellen stark austrocknen. Da das Aufspringen ruckartig erfolgt, werden die Sporen weit fortgeschleudert (Abb. 428 C).

Bei diesem Mechanismus erfolgt die Bewegung bereits, wenn die Zellen noch Wasser in ihrem Innern besitzen; sie kommt durch die Kohäsion bzw. Adhäsion dieses Wassers zustande. Deshalb nennt man den Mechanismus Kohäsionsmechanismus. Der Vorgang beruht auf der Tatsache, daß (nach Untersuchungen von Dixon und Joly aus dem Jahre 1895) die Kohäsion des Wassers und folglich auch die Adhäsion desselben an benetzbaren Körpern einen viel höheren Wert besitzt, als man früher annahm. Die beiden Autoren zeigten, daß ein Zug von mindestens 7 Atmosphären nötig ist, um eine Wassersäule zu zerreißen. Wahrscheinlich dürfte aber nach der Annahme anderer Forscher, denen die Versuche von Dixon und Joly noch nicht exakt genügt erscheinen, der wahre Wert der

Kohäsionsfestigkeit des Wassers noch erheblich höher liegen. Die Adhäsion aber muß größer sein als die Kohäsion, da es sich beim Wasser um eine benetzbare Flüssigkeit (gegenüber der Zellulose) handelt.

Ein dritter Typus pflanzlicher Schleudervorrichtungen beruht auf dem Druck, den der Zellsaft im Innern lebender Zellen auf die Zellwand ausübt. Bekanntlich stellt der Zellsaft eine wässrige Flüssigkeit dar, in der zahlreiche Stoffe, z. B. Salze, Säuren, Zucker, gelöst sind. Befindet sich Wasser in der Umgebung der Zelle, so besteht eine Konzentrationsdifferenz zwischen dem Zellsaft und dem Wasser, und der Zellsaft zieht Wasser an. In dem Maße, in dem sich der Zellsaft vermehrt, wird die Zellhaut gedehnt und straff gespannt, so daß sie infolge ihrer Elastizität auf den Zellinhalt zurückdrücken muß. Diese Spannung, die mehr als 20 Atmosphären betragen kann, und die daher der Zelle eine beträchtliche Festigkeit zu verleihen vermag, bezeichnet man als Turgor.

Solche Turgorschleudermechanismen kommen hauptsächlich bei Pilzen vor. Eine besondere Gruppe der Pilze enthält die Vermehrungskörper, die hier Sporen heißen, in mikroskopisch kleinen Schläuchen (Abb. 429). In der Regel sind 8 Sporen in einem Schlauche vorhanden. Außerdem

enthält der Schlauch wandständiges Protoplasma und Zellsaft. Zur Zeit der Reife platzt der Schlauch am oberen Ende auf, die gedehnte Wand zieht sich zusammen und spritzt dadurch einen Teil des Protoplasmas und Zellsaftes samt den Sporen heraus. Ein solcher Sporenschlauch wirkt also wie ein Gummiball, in den man Wasser gepreßt hat: sobald die Wand angestochen wird, schießt ein Wasserstrahl heraus. Man hat durch Messungen festgestellt, daß sich die Schläuche der Schlauchpilze beim Entleeren auf Dreiviertel bis Zweidrittel ihrer ursprünglichen Länge zusammensziehen vermögen.

Abb. 429.

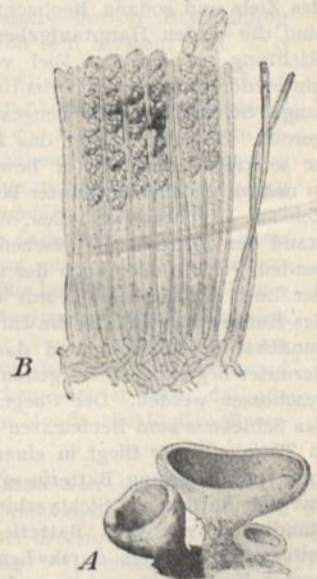


Abb. 429. A Der Schlauchpilz *Periza aurantiaca*. (Nach Kerner.) B Längsschnitt durch den Pilz. Aus den am weitesten rechts gelegenen zwei Schläuchen werden die Sporen ausgeschleudert. (Nach Kerner.)

## NOTIZEN.

## (Wissenschaftliche und technische Mitteilungen.)

**Kanone und Flugzeug.** Die Kanone konnte bisher hauptsächlich nur gegen Ziele wirksam aufkommen, die entweder in der Nähe der Batterie sichtbar waren oder zum mindesten durch einen vorgeschobenen Beobachtungsposten mit telephonischer Verbindung gut beobachtet werden konnten, so daß aus den gesehene Geschossexplosionen und -aufschlägen der Batterie mitgeteilt werden konnte, wie sie zu schießen habe, um das Ziel wirklich zu treffen. Durch dieses Gebundensein an die Erdoberfläche war oft eine Wirkung auf größere Entfernungen unmöglich gemacht. Hierin hat nun das Flugzeug eine wesentliche Änderung bewirkt. Es macht den Beobachtungsposten viel beweglicher und gestattet ihm vor allem, von der Erdoberfläche frei beweglich sich zu erheben und einen viel größeren Beobachtungskreis zu bekommen. Dadurch wird bewirkt, daß die Kanone schon auf eine viel größere Entfernung zur wirksamen Betätigung gebracht werden kann; andererseits bedingt dieser neue Faktor der Kriegstechnik, daß sich trotz der großen Entfernungen die Stellungen nach allen Richtungen unerkennbar machen müssen, um sich der Beobachtung aus der Luft zu entziehen. — Da der fliegende Beobachtungsposten nicht mehr telephonisch mit der Batterie in Verbindung stehen kann — dies ist also ein Nachteil —, so müssen andere Verständigungsmittel benutzt werden. Und so sehen wir im gegenwärtigen Kriege einen immer mehr fortschreitenden Anpassungsprozeß in gemeinsamer Arbeit zwischen Kanone und Flugzeug vor sich gehen. Feststellung von Richtung und Entfernung des Ziels und sodann Beobachtung der Feuerwirkung sind die beiden Hauptaufgaben des Fliegers. In der Richtung, in der das Ziel vermutet wird, werden hinter der Batterie zur Orientierung des Fliegers zwei lange Streifen weißen Zeuges\*) hintereinander aufgerollt. Hat der Flieger das Ziel entdeckt, so fliegt er senkrecht darüber (er bewegt sich dabei immer in nahezu gleicher bekannter Höhe) und läßt hier zum Zeichen Leuchtkörper fallen, die vom Beobachtungsstand der Batterie aus gesehen werden. Diese leuchtenden Punkte oder auch der so markierte Flieger in der Luft gestatten nun, mit den bisherigen Mitteln des Entfernungsmessens die Entfernung und Richtung zunächst der Punkte und damit die des senkrecht darunter liegenden Zieles genau zu messen. Nun kann geschossen werden. Der Flieger bleibt auch während des Schießens zum Beobachten der Wirkung möglichst in Tätigkeit. Er fliegt in einer langgestreckten Acht quer zur Richtung Batterie—Ziel, so daß er immer mit der Batterie in Sichtverbindung steht. Die Verständigung zwischen Batterie und Flieger erfolgt seitens des Fliegers durch Leuchtbomben in vereinbarter Kombination, seitens der Batterie durch Aufrollen von weißen Streifen auf der Erde. Zwei oder drei solche Streifen werden in bestimmter Weise (etwa in Form eines Buchstabens) hingelegt; und es sind auf beiden Seiten den wenigen vorkommenden Nachrichten schon möglichst einfache Zeichen zugeordnet. So bedeute ein N etwa „wiederhole das letzte Signal“ oder ein X „Entfernung feststellen“ usw. — In dieser Weise ist die gegenseitige Anpassung zwischen Kanone und Flugzeug gegenüber dem Anfang des Krieges

\*) *Scientific American* 1915, S. 221.

schon erheblich vorgeschritten, indem sich allmählich eine ganz bestimmte mehr oder weniger schon schablonenmäßige Praxis der Aufklärung eingestellt hat.

P. [508]

**Kriegs- und Sonderstahle.** In Nr. 1324 des *Prometheus* erschien ein Artikel, in welchem der Wert der Molybdänstahle recht ins Auge gefaßt wird. Leider krankt die Molybdänstahlfabrikation an einem Übel, denn es fehlt an der regelmäßigen Lieferung des Molybdänerzes. Es werden wohl ab und zu kleinere Partien aus Japan, Australien usw. zu uns herüber geschickt, jedoch kann man nicht von einer regelmäßigen Versorgung des Marktes mit Molybdän sprechen. Dazu kommt, daß die meisten Molybdänlagerstätten sich in den Händen unserer Feinde befinden, oder es werden diese zum größten Teil mit englischem Kapital finanziert. Uns Deutschen ist daher der Bezug von größeren Mengen Molybdänerz für längere Zeit, wenn nicht ganz verschlossen, so doch sehr erheblich erschwert.

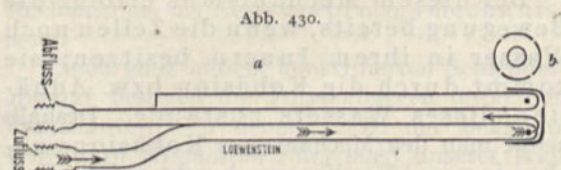
Auch in Norwegen befinden sich einige produzierende Molybdängruben, und auf diese haben die Engländer ihre Hand gelegt. Allerdings gibt es noch einige Molybdänlagerstätten in Norwegen, die zu den größten Hoffnungen berechtigen, dazu gehören auch die Flaatorper und Vaardaler Molybdänvorkommen.

Kurz vor Ausbruch des Krieges war die deutsche Gesellschaft, welche die Gerechtigkeiten von diesen Vorkommen besitzt, mit einer englischen Firma dem Abschluß nahe, daß diese die Lagerstätten aufschließen und ausbeuten soll. Selbstverständlich sind die Verhandlungen infolge des ausgebrochenen Krieges vollständig zum Stillstand gekommen, doch soll versucht werden, deutsches Kapital für das Unternehmen zu interessieren.

[566]

**Eine neues Unterbrecherprinzip.** (Mit zwei Abbildungen.) Während beim Elektromotor die Auf- und Abwärtsbewegung eines Kolbens so zustande kommt, daß eine Rotation die Kolbenbewegung erzeugt, wird in dem unten näher beschriebenen Apparat das fließende Wasser, ohne vorher eine drehende Bewegung zu erzeugen, gezwungen, direkt eine Auf- und Abwärtsbewegung auszuführen.

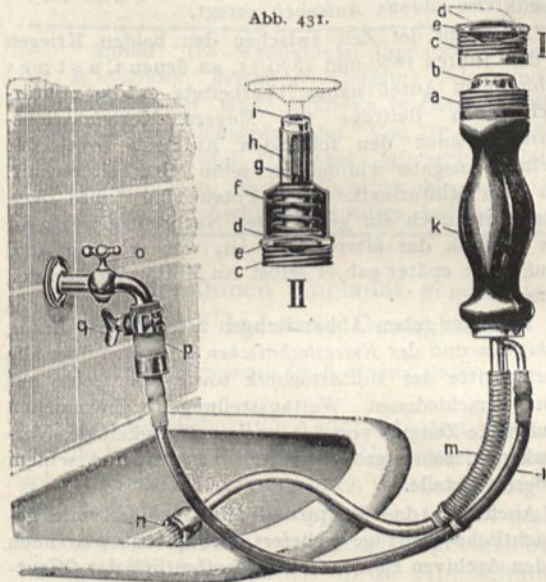
Leitet man (Abb. 430) in den äußeren, unten geschlossenen, oben mit feinen Löchern durchbohrten Raum eines Doppelzylinders aus der Wasserleitung



a Schematische Darstellung (Längsschnitt) des in Abb. 431 abgebildeten Massageapparates. Die Pfeile illustrieren die Richtung des fließenden Wassers. b Querschnitt durch die Öffnungen an der Spitze (Abb. 431 b) des Instrumentes.

bei Wasser unter Druck ein, so ist dieses gezwungen, nur aus den feinen Löchern auszufließen. Spannt man über diese eine Kautschukmembran, so gerät sie in Vibration, indem das ausströmende Wasser die Membran zunächst in die Höhe treibt. Die hierdurch stärker gespannte Membran wird durch die Saugwirkung des durch den Abfluß in der Pfeilrichtung abfließenden Wassers wieder herabgeschnellt, von dem aus den Öffnungen ausfließenden Wasser wieder in die

Höhe getrieben und so fort. Alle diese Unterbrechungen spielen sich in Bruchteilen einer Sekunde ab. Abb. 431 zeigt einen nach dem Prinzip meines Unterbrechers konstruierten Vibrationsapparat, die sogenannte Vibrette, bei welchem die Spannung der Gummimembran in einfacher Weise erzielt wird (Abb. 431 I). In einem Metallschraubenring *c* liegt eine Gummimembran *d* und unter dieser ein Gummiring *e*. Schraubt man den Metallschraubenring *c* auf die mit Löchern *b* durchbohrte Spitze *a* des mit Handgriff *h*



Massageapparat nach dem obigen Prinzip konstruiert.

versehenen Apparates, so wird die Gummimembran über den Konus *b* gespannt und beim Aufdrehen des Wasserhahnes, entsprechend der obigen Erklärung, in zahlreiche Unterbrechungen versetzt. Will man die Schwingungen der Membran auf einen Kolben übertragen, so schraubt man den Ring I ab und verwendet statt dessen den Aufsatz II. Dieser besteht aus demselben Ring *c*, nur ruht auf der Membran *d* der Kolben *g*, der mittels der Feder *f* in dem Zylinder *h* federt. Tritt also die Membran in Auf- und Abwärtsbewegung, so treibt sie auch den Kolben *g* in die Höhe, der dann durch die Feder wieder abwärts gezogen und durch die Membran wieder in die Höhe getrieben wird. Auf dem Kolben lassen sich die verschiedensten Ansätze für technische und medizinische Verwendungen aufschrauben.

Aber nicht nur in der Medizin, sondern auch in der Technik kann der Wasserdruckmotor als Kleinmotor Verwendung finden. Der Kolben (Abb. 431 II *i*) macht in der Sekunde 10 und mehr Auf- und Abwärtsbewegungen. Auf diese Weise ist es z. B. möglich, einen elektrischen Strom in der Sekunde vielfach zu unterbrechen, es ist möglich, eine Glocke in Bewegung zu setzen. Bringt man auf dem Kolben eine spitze Nadel an, so kann man Perforationen machen, kurzum, wir haben einen Kleinmotor vor uns, der wohl der kleinste aller existierenden Motoren genannt werden kann, der zahlreiche Möglichkeiten in der technischen Verwendung erschließt.

So ist es z. B. eine Eigentümlichkeit des „Wasserdruckunterbrechers“, daß das Wasser durch die in der Sekunde 10 und 15 mal erfolgenden Unterbrechungen

des Wasserstromes, der in ähnlicher Weise wie der elektrische Strom beim Wagner'schen Hammer Arbeit leistet, nicht fließend, sondern ruckweise ausgestoßen wird. Bringt man also z. B. über einer Badewanne oder an einem Handgriff zu Rückengüssen eine Gummimembran in der in Abb. 431 beschriebenen Weise an, so wird der in der Sekunde vielleicht 10 mal unterbrochene Wasserstrom beim Auftreffen auf die Haut ganz andere Wirkungen hervorrufen, als der nicht unterbrochene fließende Strom. Leitet man den Ausfluß (Abb. 430) z. B. in eine Flasche, so würde der ruckweise austretende Wasserstrom zum Reinigen der Flaschen viel intensiver wirken als der gewöhnliche fließende Wasserstrom. Dr. med. Dreuw, Berlin. [427]

Die Eigenbewegung von Nebelflecken\*). Das Lick-Observatorium veröffentlichte eine vorläufige Abrechnung über die Resultate eines interessanten Vergleiches. Eine große Reihe von Nebelphotographien, die vor sechzehn Jahren mit dem Crossley-Reflektor gemacht wurden, wurde verglichen mit einer entsprechenden Reihe, die jetzt mit demselben Instrument gewonnen worden ist. Das Augenmerk war dabei besonders gerichtet auf etwaige Aufschlüsse über die Bewegung von Nebeln, über die man noch keinerlei sichere Angaben hat. In diesem Intervall von 16 Jahren konnten nun nach dem Vergleiche der Photographien gar keine Anzeichen oder nur äußerst unsichere und geringe von einer Rotation oder Translation der Nebel festgestellt werden. Diese Beobachtung bezieht sich insbesondere auch auf die beobachteten großen Nebel, z. B. den Orionnebel, und auf vorwiegende Spiralnebel, z. B. den Andromedanebel. Aus dieser Feststellung schließt man, daß die fraglichen Nebel in ungeheurer Entfernung liegen und ihrer relativ großen Erscheinung entsprechend ungeheuer groß sein müssen. P. [514]

Der neunte Jupitermond\*\*), der im Juli 1914 auf der Licksternwarte auf photographischem Wege entdeckt wurde, hat eine Umlaufzeit von etwa 3 Jahren, wie genauere Messungen ergeben haben, und zwar hat er eine rückläufige Bewegung. Seine mittlere Entfernung von seinem Planeten beträgt ungefähr 30 240 000 km, und er fällt etwa in die neunte Sterngrößenklasse. Dieser winzige Körper ist weiter von seinem Planeten entfernt als alle anderen Satelliten, die im Sonnensystem bisher entdeckt wurden. Der achte Jupitermond kommt ihm mit einer Mittelentfernung von 24 960 000 km am nächsten, und dann kommt der neunte Saturnmond mit 12 800 000 km. Bemerkenswert ist dabei, daß alle diese drei weitest entfernten Monde rückläufige Bewegung zeigen. P. [518]

F. W. Taylor †. Im Alter von 59 Jahren starb am 21. März d. J. in Philadelphia Frederick Winslow Taylor, der Begründer der „wissenschaftlichen Betriebsführung“\*\*\*), einer der hervorragendsten Ingenieure Amerikas und der Gegenwart überhaupt. Eigenartig, so recht amerikanisch, war der Lebensweg dieses Mannes, dessen Name als der des Pioniers auf dem Gebiete rationeller Arbeitsverfahren in der technischen Geschichte fortleben wird. In Germanstown in den Vereinigten Staaten geboren, besuchte er die Schule in Amerika, Frank-

\*) *Scientific American* 1915, S. 63.

\*\*) *Scientific American* 1914, S. 503.

\*\*\*) Vgl. *Prometheus* XXV. Jahrg., S. 605 u. 635.

reich und Deutschland und wurde dann mit 18 Jahren Modelltischlerlehrling in einer kleineren Dampfpumpenfabrik in Philadelphia. Nach beendeter Lehrzeit kam er als einfacher Arbeiter in die Maschinenwerkstatt der Midvale Steel Co. und rückte dort in kaum sechs Jahren zum Obergeringieur und Werkstättenleiter auf. Die Grundlagen seines theoretischen Wissens erwarb er sich durch Besuch der Abendkurse des Stevens Institute of Technology. Von der Midvale Steel Co. ging Taylor 1890 als Generaldirektor zur Manufacturing Investment Co. (Holzstofffabriken) und ließ sich drei Jahre später als beratender Ingenieur in Philadelphia nieder. Als solcher beriet er u. a. auch die bekannte Bethlehem Steel Co. und erfand zusammen mit Maunsell-White, dem Vorsteher des Materialprüfungswesens bei der Bethlehem Steel Co., den Taylor-White-Schnellstahl. Erheblich wichtiger noch als diese Erfindung waren aber die bahnbrechenden Arbeiten Taylors auf dem bis dahin geradezu völlig brachliegenden Felde der wissenschaftlichen Betriebsführung, der Arbeits- und Zeitersparnis im Werkstattbetriebe, der besseren Auswertung — nicht zu verwechseln mit Ausnutzung im Sinne von Ausbeutung — der menschlichen Arbeitskraft. In der gesamten technischen Welt haben die Arbeiten Taylors Aufsehen erregt, haben große Begeisterung auf der einen und scharfen Widerspruch auf der anderen Seite gefunden, der sich insbesondere darauf stützte, daß man bei Anwendung der Taylor'schen Grundsätze in die Gefahr kommen könnte, Raubbau an der menschlichen Arbeitskraft zu treiben. Noch ist auch der Kampf zwischen den Freunden und den Gegnern des Taylor'systems nicht ganz entschieden, fest steht aber heute, beim Tode Taylors, schon der hohe Wert seiner Lebensarbeit, seines Taylor'systems, dem man höchstens neben seinen vielen guten und für die gesamte Menschheit wichtigen Eigenschaften auch das Unangenehme nachsagen kann, daß es u. U. zur Ausbeutung menschlicher Arbeitskraft mißbraucht werden könnte, wenn sich dem nicht schon ganz von selbst mehrere Riegel verschieben würden. Aber nicht nur in Technik und Industrie hat das Taylor'system Anhänger und Anwendung gefunden, kaum irgendein Gebiet menschlicher Tätigkeit wird sich auf die Dauer seinem Einflusse entziehen können. Nicht nur der Schlosser in der Maschinenbauwerkstatt bewegt seine Feile nach Taylor'schen Grundsätzen und erspart damit Arbeitskraft bei höherer Arbeitsleistung, auch der Chirurg im Operationssaal, der Kaufmann im Kontor und der Maurer auf dem Bau fangen an, Tayloristen zu werden, und schon ist man eifrig mit dem Gedanken beschäftigt, das Taylor'system auch auf die Schule und die Erziehung anzuwenden. Taylor ist tot, das Taylor'system aber wird leben und den Fortschritt der Menschheit fördern helfen. F. L. [562]

Hauptmann a. D. Julius Castner †. Am 7. April verstarb nach eben vollendetem 78. Lebensjahre Hauptmann a. D. Jul. Castner, Ritter des Eisernen Kreuzes und Inhaber des Ritterkreuzes des Kgl. Sächs. Albrechtsordens mit Schwertern.

Seit Begründung des *Prometheus* war er etwa zwei Jahrzehnte hindurch ein treuer, von dem kurz vor ihm verschiedenen Schriftleiter, Geheimrat Witt, hoch geschätzter Mitarbeiter. Es ist wohl nicht zu

viel von ihm gesagt, daß seine Fähigkeit, entfernt liegende technische Probleme dem Laien verständlich zu machen, in ihm überhaupt Interesse für militär-technische Fragen zu erwecken, ihn unter die besten der volkstümlichen Schriftsteller gestellt hat. Seine Arbeiten über Panzer und großkalibrige Schiffsgeschütze — Fragen, denen er sich mit besonderer Liebe widmete und die er in fachtechnischen Zeitschriften weiter ausgestaltete und vertiefte — werden von bleibendem Werte sein. Viele sind in fremde Sprachen übersetzt und haben weit über die Fachkreise hinaus Aufsehen erregt.

Schon in der Zeit zwischen den beiden Kriegen in den Jahren 1866 und 1870/71, an denen Castner ruhmvollen Anteil nahm, bearbeitete er die militär-technischen Beiträge für Meyers Konversationslexikon; auch den folgenden Auflagen sowie der kleinen Ausgabe widmete er seine Mitarbeiterschaft. An dem Militärlexikon von Poten vom Jahre 1877, das heute noch ein geschätztes Nachschlagewerk für die Technik der älteren Zeit ist, war er tätig, und fünf Jahre später gab er selbst ein Militär-Wörterbuch heraus.

Daneben geben Abhandlungen in *Stahl und Eisen*, *Schiffbau* und der *Kriegstechnischen Zeitschrift* über alle Fortschritte der Militärtechnik sowie über seine auf den verschiedenen Weltausstellungen gewonnenen Eindrücke Zeugnis von der emsigen Tätigkeit des Verstorbenen, seiner großen Gestaltungskraft und seinem sicheren Urteile.

Auch für das Kruppwerk hat er wertvolle geschichtliche Beiträge geliefert, die jetzt zwar noch in den Archiven ruhen, die aber hoffentlich der Öffentlichkeit zum allgemeinen Nutzen noch zugänglich gemacht werden. Manche mit kühnem Worte als Tatsache hingestellte Behauptung wird dann einer Nachprüfung unterzogen werden müssen. Um nur einige Arbeiten hervorzuheben — ohne daß mit der Nennung dieser die volle Tätigkeit Castners für Krupp gekennzeichnet werden kann —, seien sein „Führer durch die Krupphalle auf der Ausstellung zu Düsseldorf 1902“ genannt, ferner eine Arbeit über das Krupp'sche Artilleriemuseum und vor allem seine umfangreiche geschichtliche Darstellung von der Entwicklung des Artilleriematerials des Kruppwerkes gelegentlich dessen Jahrhundertfeier.

Alle, die Gelegenheit hatten, mit dem Verstorbenen in Beziehungen zu treten, haben sein umfassendes Wissen auf allen Gebieten der Militärtechnik bewundert. Er hat das Glück gehabt, die Entwicklung des Vorderladegewehrs bis zum Maschinengewehr, vom glatten Vorderladegeschütz bis zum schwersten Rohrrücklaufgeschütz, vom mit Eisenplatten bewehrten Kriegsschiff bis zum stärksten „Überdreadnought“ zu erleben, und er hat mit sehendem Auge und scharfem Verstande alle Wandlungen in dem verflorenen bedeutungsvollen halben Jahrhundert zu erfassen gewußt.

Seine menschliche Güte, die Schlichtheit und Geradheit seines Charakters wird bei jedem, der sein Heim besucht hat, eine kostbare Erinnerung an die Stunde des Verweilens hinterlassen haben. In 40jähriger Ehe fand er in dem Kreise der Seinen das Lebensglück, das dem rastlos Tätigen bis in sein hohes Alter Arbeitskraft und Arbeitsfreude verlieh.

J. Engel, Feuerwerks-Hauptmann. [573]



# BEIBLATT ZUM PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE  
IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

Nr. 1338

Jahrgang XXVI. 38

19. VI. 1915

## Mitteilungen aus der Technik und Industrie.

### Geschichtliches.

Wasserleitungsbau vor hundert Jahren. Als man mit Rücksicht auf die Seuchengefahr um das Ende des achtzehnten Jahrhunderts in New York begann, der öffentlichen Wasserversorgung einige Aufmerksamkeit zu schenken, da hielt man zum Teil wohl noch eiserne Wasserleitungsrohre für gesundheitsschädlich, zum anderen Teil aber verursachte auch ihre Beschaffung — sie mußten von England bezogen werden — Schwierigkeiten und hohe Kosten. Man griff also zu einem billigen und in großen Mengen verfügbaren Baumaterial und baute die erste New Yorker Wasserleitung aus Holz. Einige Teile dieser Wasserleitung sind bei Fundierungsarbeiten kürzlich freigelegt worden, und die zum Teil noch recht gut erhaltenen Stücke geben ein gutes Bild vom damaligen Stande der Wasserleitungstechnik. Hohe Ansprüche an das Leitungsmaterial hat man damals keinesfalls gestellt. Kiefernstämmen von 350 bis 400 mm Durchmesser wurden in axialer Richtung mit einer etwa 150 mm weiten Bohrung versehen und erhielten an den Enden Zapfen und Zapfenlöcher, durch welche sie miteinander verbunden werden konnten. Konstruktiv am besten durchgebildet waren aber die Ventile, Stücke der beschriebenen Holzrohre, mit einem entsprechend ausgearbeiteten Schlitz, in welchen ein eiserner Schieber eingeschoben werden konnte. Kein Zweifel, daß bei geöffnetem Schieber große Mengen von Wasser zwischen dem Eisenschieber und dessen Führung im Holzrohre ausströmen und verlorengehen mußten. Es scheint trotzdem noch genügend Wasser übrig geblieben und durch die Röhren an den Bestimmungsort geflossen zu sein, denn die Menge des täglich aus einem Brunnen dieser Wasserleitung zugeführten Wassers soll täglich etwa 30 000 cbm betragen haben. Diese Wassermenge wurde durch zwei Dampfmaschinen von je 18 P. S. in einen eisernen Behälter gepumpt, der aus gußeisernen, von England bezogenen Platten zusammengeschräut war. Auch dieser Behälter ist erst kürzlich abgebrochen worden. Die Ausdehnung des hölzernen Wasserleitungsnetzes betrug bis zum Jahre 1823, in welchem die Holzrohre durch solche aus Eisen ersetzt wurden, etwa 23 Meilen. Nur ein kurzes Rohrstück, zwischen dem erwähnten Behälter und dem Hauptverteilungsrohr, bestand von Anfang an aus eisernen Rohren und enthielt ein eisernes Ventil, das einzige der ganzen Wasserleitung. Dieses interessante Absperrorgan ist leider zerschlagen und als Schrott verkauft worden, obwohl man sich bemüht hat, es einem Museum zuzuführen, wo es zweifellos besser an seinem Platze gewesen wäre als auf dem alles nivellierenden Schrotthaufen, diesem

Erzfeinde der technischen Geschichte. Verglichen mit alten römischen Wasserleitungsbauten aus dem Anfang unserer Zeitrechnung, läßt die alte New Yorker Wasserleitung eigentlich nur recht geringe technische Fortschritte erkennen, die in gar keinem Verhältnisse stehen zu der Entwicklung, die der Wasserleitungsbau gemacht hat, seit man vor etwas mehr als hundert Jahren eine große Stadt durch hölzerne Röhren mit Wasser versorgte. Bst. [560]

Der „Seeschreck“, von dem in Nr. 1330 des *Prometheus* die Rede war, ist wahrscheinlich jenes Unterseeboot, von dem auch der deutsche gelehrte Jesuit Kaspar Schott in seinem Werk „*Technica curiosa*“ im Jahre 1664 (S. 388) berichtet. Es wurde im Jahre 1653 von einem Franzosen in Rotterdam gebaut.

Meines Wissens ist bisher nicht bekannt geworden, daß schon im gleichen Jahrhundert ein Patent auf ein Tauchboot erteilt wurde. Natürlich in England, damals das einzige Land mit einem Patentgesetz (seit 1624). Jenes erste Unterseeboot-Patent wurde am 17. Oktober 1691 erteilt und trug die Nummer 279. Die Inhaber waren Sir Stephen Evance, Francis Tyssen, John Holland und der bekannte Astronom Edmund Halley.

Ein Spiel des Zufalls ist es, daß der Name Holland hier bereits vorkommt. Bekanntlich hieß der im vergangenen Jahr verstorbene erfolgreiche amerikanische Unterseeboot-Konstrukteur auch Holland.

F. M. Feldhaus. [540]

### Verkehrswesen.

Die Eisenbahnen der asiatischen Türkei. Über den gegenwärtigen Stand des Eisenbahnwesens in der asiatischen Türkei gibt Dipl.-Ing. M. Hecker im *Archiv für Eisenbahnwesen* (1914, S. 744 ff.) eine Übersicht, die angesichts der Teilnahme der Türkei am Weltkriege besondere Aufmerksamkeit beanspruchen darf. Hiernach betrug die Gesamtlänge der Eisenbahnen in den asiatischen Provinzen des Osmanischen Reiches zu Ende des Jahres 1913: 5438 km. Davon entfielen 2918 km auf Kleinasien, 1677 km auf Syrien und 843 km auf Arabien. Auf je 100 qkm Fläche kamen 0,3 km, auf je 10 000 Einwohner 3,2 km Eisenbahnen.

Das Rückgrat des türkischen Bahnsystems bilden die Anatolische Bahn und die ihre Fortsetzung darstellende Bagdadbahn, die eine direkte Schienenverbindung zwischen Konstantinopel und dem Persischen Golf schaffen werden. Der Ausgangspunkt der Anatolischen Bahn ist der Ort Haidar Pascha, am Bosphorus gegenüber Konstantinopel gelegen, von wo sie über Eskischehir einerseits nach Angora, anderer-

seits nach Konia führt. Ihr Gesamtnetz umfaßt zurzeit 1032 km. In Konia beginnt die Bagdadbahn, von der bisher Teilstrecken in einer Ausdehnung von 906 km in Betrieb stehen. Zwei wichtige Linien führen von Smyrna ins Innere: die Smyrna-Aidin-Bahn (610 km) mit der Hauptstrecke Smyrna—Diner—Egerdir, und die Smyrna-Kassaba-Eisenbahn (701 km), deren Hauptstrecke bei Afion-Karahissar in die Anatolische Bahn mündet, während eine kürzlich vollendete Zweiglinie in nördlicher Richtung über Soma nach dem am Marmarameer gelegenen Hafen Panderma führt. — In Syrien führt eine in nordsüdlicher Richtung verlaufende Längsbahn von Aleppo über Hama, Homs und Rajak nach Damaskus und von da nach Muserib im Haurangebirge. Die Verbindung mit der Küste stellen die Linien Beirut—Rajak und Tripolis—Homs her. Den Anschluß an die kleinasiatischen Linien wird die Bagdadbahn vermitteln. Von Damaskus südwärts, den Westrand der Wüste begleitend, läuft die in den Jahren 1901 bis 1908 erbaute Hedschasbahn, die Pilgereisenbahn nach den heiligen Stätten des Islam. Ihre Hauptstrecke endet zunächst in Medina, 1305 km von Damaskus; eine Seitenlinie, die sich im Jordantal bis zu 246,5 m unter dem Meeresspiegel senkt, führt an die Küste nach Haifa. Eine weitere Zweigbahn sollte die Hedschasbahn südlich vom Toten Meer mit dem Hafen Akaba am Roten Meer verbinden. Mit ihrem Bau konnte aber infolge des von England aus militärischen Gründen erhobenen Einspruchs erst nach Kriegsausbruch begonnen werden; die Strecke dürfte bei dem Aufmarsch gegen Ägypten noch wertvolle Dienste leisten.

Die Eisenbahnen der asiatischen Türkei haben zum großen Teil den Charakter von Gebirgsbahnen. Beim Anstieg nach dem Innern haben die meisten Linien beträchtliche Höhenunterschiede zu überwinden. So liegt der höchste Punkt der Anatolischen Bahn 1137 m über dem Meere; die Linie Beirut—Damaskus erreicht beim Überschreiten des Libanon sogar eine Scheitelhöhe von 1487 m, sie arbeitet zum Teil mit Zahnstangenbetrieb. Was die Spurweite der Bahnen betrifft, so haben 3513 km die Vollspur und 1925 km Schmalspur. Vollspurig sind fast sämtliche Linien in Kleinasien und in Nordsyrien, schmalspurig die Bahnen im südlichen Syrien und in Arabien. Im Staatsbesitz befinden sich 1799 km, darunter vor allem die Hedschasbahn. Die Anlagekosten der Eisenbahnen im türkischen Asien werden auf 935 Millionen Mark geschätzt, die Beteiligung ausländischen Kapitals beträgt etwa 840 Millionen Mark. Davon kommen 388,8 Millionen Mark auf Deutschland, 319,7 Millionen Mark auf Frankreich und 131,6 Millionen Mark auf England. Die deutschen Interessen beherrschen die Anatolische Bahn und die Bagdadbahn, das Einflußgebiet Frankreichs sind hauptsächlich die syrischen Linien. Was die geschichtliche Entwicklung des Eisenbahnwesens in den asiatischen Ländern der Türkei betrifft, so wurde der Plan der Bagdadbahn bereits Mitte der 1830er Jahre von englischer Seite aufgestellt. Die erste 43 km lange Strecke wurde im Jahre 1860 eröffnet. Ende 1880 standen 401 km, Ende 1900: 2527 km, am 7. Oktober 1914 endlich 5680 km in Betrieb. Unter Einrechnung von 480 km, die in der europäischen Türkei in Betrieb sind, ergibt sich für das gesamte Bahnnetz des Osmanischen Reiches eine Länge von 6160 km.

[550]

### Kältetechnik.

Die Thermometrie tiefer Temperaturen. Als Fundamentalskala nimmt man die thermodynamische Kelvinskala an, d. i. die in Celsiusgrade eingeteilte, aber vom absoluten Nullpunkt an rechnende Skala (*Zeitschr. f. d. gesamte Kälte-Industrie* 1914, S. 42). Die Fixpunkte werden genau definiert, der Druck wird bezogen auf die internationale Atmosphäre, d. i. auf 760 : 1,0003322 mm Hg.

Das Wasserstoffthermometer dient zunächst zur Messung tieferer Temperaturen, da jedoch der Wasserstoff bei den Temperaturen des flüssigen Heliums fest wird, so nimmt man in solchen Fällen das am schwersten zu verflüssigende Gas, das Helium selbst zur Temperaturmessung. Unter dem Normaldruck bei etwa 2° wird auch dieses flüssig, und man muß den Druck erniedrigen, um die tiefsten Temperaturen feststellen zu können.

Die Feststellung der Lage des absoluten Nullpunktes geschieht durch Extrapolation nach der Methode von Avogadro. Der absolute Nullpunkt liegt bei  $-273,09^{\circ}\text{C}$  nach Untersuchungen von Berthelot und Kamerlingh Onnes. Nach diesen soll die internationale Kelvinskala diejenige sein, welche von dieser Temperatur als Nullpunkt beginnt. Differenzen zwischen dieser und der absoluten Kelvinskala bei Messungen in der Nähe des absoluten Nullpunktes wären dann als Korrekturen anzubringen.

Korrekturen bedingen auch die Abweichungen des Wasserstoffs und des Heliums vom vollkommenen Gaszustand bei tiefen Temperaturen. Die Messung extrem tiefer Temperaturen bedeutet die Messung sehr niedriger Gasdrücke des Heliums, und hierzu ist am geeignetsten das Hitzdrahtmanometer von Knudsen. Einem Dampfdruck von 0,2 mm entspricht die bisher erreichte niedrigste Temperatur ( $1,15^{\circ}\text{K}$ ).

Die Differenz zwischen dem internationalen Heliumthermometer und der absoluten Kelvinskala ist sehr klein nach Einführung einer Energie der fortschreitenden Bewegung in die Theorie durch Kamerlingh Onnes und Keesom, welche auch beim absoluten Nullpunkt Geltung haben soll. Schwierig zu bestimmen sind die Verdampfungswärme, der Joule-Kelvin-Effekt und die spezifische Wärme.

Tiefere Temperaturen mißt man oft bequemer mit dem Hilfstermometer als mit dem Heliumgasthermometer. Dazu eignen sich die Methoden, welche auf der Messung des Dampfdruckes beruhen, während die thermoelektrischen Temperaturmessungen hierzu ungeeignet sind, da bei tiefen Temperaturen die Thermokräfte zu gering werden. Teilweise brauchbar ist die Kombination Gold-Silber, gut geeignet sind aber elektrische Widerstandsthermometer für genaue Messung sehr kleiner Temperaturunterschiede innerhalb beschränkter Bereiche.

Bei fast allen reinen Metallen verschwindet jedoch praktisch bei sehr tiefen Temperaturen der Temperaturkoeffizient des Widerstandes und oft auch der Widerstand selbst, und nur eine Legierung, das Manganin, zeigt einen Widerstandskoeffizienten bei tieferen Temperaturen, obgleich es einen solchen bis zur Temperatur des flüssigen Wasserstoffs kaum hat. Fast für alle Temperaturbereiche eignen sich meist andere Metalle, und alle Widerstandsthermometer müssen individuell geeicht werden; denn ganz geringe Beimengungen bedingen schon große Abweichungen, welche um so größer werden, je tiefer die Temperaturen sind.

Auch bei den einigermaßen reproduzierbaren Blei- und Zinnwiderständen erschweren innere Spannungen, Kristallbildung und allotrope Modifikationen die Vergleichbarkeit verschiedener Widerstandsthermometer und die Reduktion getrennter Messungen auf die absolute Temperaturskala. [547]

Über Explosionsursachen in Luftverflüssigungsanlagen. Die Luft ist hauptsächlich ein mechanisches Gemisch von Stickstoff und Sauerstoff; als Beimengungen enthält sie Wasserstoffsperoxyd, Ammoniumnitrat, ferner die sogenannten Edelgase: Argon, Metargon, Helium, Xenon, Neon und Krypton. Diese Edelgase gelangen nun zusammen mit Sauerstoff und Stickstoff in das Luftverflüssigungssystem (Wasserdampf, Kohlensäure, Wasserstoffsperoxyd und Ammoniumnitrat bleiben in den Vorlagen zurück). Die Luft enthält relativ erhebliche Mengen Argon, etwa 0,935 Volumenprozent (20 l dieses Stoffes atmen wir also täglich ein). Der Siedepunkt von Argon ist  $-186^{\circ}\text{C}$ , bei sehr niedriger Temperatur erstarrt es zu einer eisähnlichen Masse, welche zu einer farblosen Flüssigkeit schmilzt bei  $-188^{\circ}\text{C}$ , die kritische Temperatur ist  $-121^{\circ}\text{C}$ . In dem Destillationssystem des Trennungapparates verdampft nun von den verflüssigten Gasen Sauerstoff, Stickstoff, Argon zuerst der Stickstoff ( $-194^{\circ}\text{C}$ ), dann Argon ( $-186^{\circ}\text{C}$ ) und zuletzt Sauerstoff ( $-184^{\circ}\text{C}$ ). Das Argon setzt sich nun bei sehr niedriger Temperatur als eisähnliche Masse im Sammelbehälter bzw. an den Wandungen des Destillationssystems an, so führt W. B r a m k a m p in der *Zeitschr. f. komprim. und flüssige Gase* 1914, S. 203 aus. Es geschieht dies besonders in Apparaten zur Darstellung reinen Stickstoffs, welche deshalb auf sehr niedriger Temperatur gehalten werden müssen. An den Wandungen der Sammelbehälter ist es der Wärmewirkung der von flüssiger Luft durchflossenen Spirale entzogen, kann sich in größerer Menge ansammeln und eine Explosionswirkung durch Verstopfung des Rohrsystems herbeiführen, indem die Rohre dem schnell zunehmenden Kompressionsdruck nicht widerstehen können. Argon und alle anderen Edelgase sind zwar chemisch völlig wirkungslos, sie sind aber nicht molekular, sondern rein atomistisch gebaut, bestehen also aus einzelnen Atomen. Diese können sich nun im Argoneis zu Atomkomplexen vereinigt haben, deren Zerfall beim Erhitzen explosionsartig erfolgt, wie man es bei dem explosionsähnlichen Zerfall von Wasserstoffsperoxyd und Ozon annehmen muß. Eine Explosion durch Entzündung kann nicht eintreten, da das Argon chemisch indifferent ist.

Dagegen ist eine Entzündungsmöglichkeit gegeben, sobald brennbare Substanzen, im Rohrsystem verflüssigt, sich mit flüssiger Luft mischen können. Dies kann eintreten bei Ansammlung von Öl aus den Kompressoren, z. B. im Verflüssigungssystem, durch Zersetzung des Schmieröls in denselben infolge starker Erhitzung bei der Kompression und Entstehung flüchtiger Kohlenwasserstoffe. Ferner kann der Gehalt der atmosphärischen Luft an Methan (0,1 Raumteil Wasserstoff und Methan auf 1000 Teile Luft) eine Rolle spielen. Nach längerer Arbeitsdauer tritt vielleicht eine Anreicherung des Methangehaltes ein. Methan siedet bei  $-164^{\circ}\text{C}$  und erstarrt bei  $-186^{\circ}\text{C}$ , hat also einen höheren Siedepunkt als Sauerstoff, Stickstoff und Argon. Nun arbeiten die Luftverflüssigungsanlagen gewöhnlich mit 400 cbm Leistung pro Stunde, 4000 cbm also in 10

Stunden, und diese 4000 cbm enthalten 0,2 cbm oder 200 000 ccm, also 200 l gasförmiges Methan (in 0,1 Raumteil Luft sei gleichviel Wasserstoff und Methan, also 0,05 Methan pro 1000 Teilen Luft). Infolge des zu tiefen Siedepunktes des Wasserstoffs kommt der Gehalt desselben in der Luft nicht in Frage.

In Betracht kommen auch elektrische Erscheinungen, Durchströmt die flüssige Luft, welche die Elektrizität nicht leitet und stark magnetisch ist, die Kupferspiralen, so wird sie wie andere Nichtleiter (Äther, Benzin usw.) Volumladung annehmen. Der Sauerstoff wird durch dunkle elektrische Entladung in Ozon übergeführt, und dieses scheidet sich in der flüssigen Luft bzw. Sauerstoff als dunkelblaue Flüssigkeit ab, welche bei  $-120^{\circ}\text{C}$  siedet und dabei oft sehr heftig explodiert. Durch Ozon werden auch Kohlenwasserstoffe, wie Methan oder die Destillationsprodukte des Schmieröls, leicht oxydiert, und so werden Kohlensäure und Wasser gebildet. Daher findet man immer geringe Mengen Wasser als Eis in dem Destillationssystem. Ozon gibt natürlich *in statu nascendi* leicht Sauerstoff ab.

Aus Kohlenwasserstoffen bilden sich durch Ozon sehr explosive Verbindungen, die Ozonide bzw. Peroxyde. Peroxydartige, explosive Substanzen werden gebildet aus gesättigten Kohlenwasserstoffen, wie Methan; aus Methanderivaten entstehen die eigentlichen Ozonide, welche sehr explosiv sind und durch Wasser in Aldehyde und Wasserstoffsperoxyd zerfallen. Sehr explosive Verbindungen bilden auch durch Bindung von vier Atomen Sauerstoff die ungesättigten Ketone, Aldehyde und einbasischen Fettsäuren. [545]

### Verschiedenes.

Der Film im Dienste der Berufswahl. Die mannigfaltige Verwendbarkeit des Films, insbesondere des kinematographischen Films, läßt seine Anwendungsmöglichkeiten für pädagogische Zwecke immer klarer hervortreten und erweitern. Im Schulunterricht, und zwar in allen Schulgattungen, wird der Film in absehbarer Zeit eine bedeutsame Rolle spielen, nicht zum wenigsten auch in der Fortbildungsschule. Die „Schulkinematographie“ ist ein Lehrmittel geworden, das künftig unentbehrlich sein wird.

Für die Fortbildung, Fach- und Gewerbeschulen kann sich der Film aber noch in einer anderen Weise dienstbar machen. Es handelt sich dabei um die große und wichtige Frage der Berufswahl. Schon seit längerer Zeit sind bekanntlich Bestrebungen im Gange, das Interesse der Schuljugend, vor allem das der schulentlassenen Jugend, für das Handwerk zu heben. So sieht z. B. die Zentralstelle für Lehrstellenvermittlung zu Berlin einen bedeutsamen Teil der Jugendpflege darin, die jungen Leute dem Handwerk zuzuführen.

Bei der Berufsberatung kommt es vor allen Dingen darauf an, den die Schule verlassenden Knaben dem seinen Anlagen und Neigungen entsprechenden Berufe zuzuführen. Eine falsche Wahl rächt sich oft fürs ganze Leben. Ein unangebrachter Zwang, wie etwa zum wissenschaftlichen Studium, hat schon manche Existenz vernichtet, manches Talent, manche Befähigung im Keime erstickt!

Auch auf diesem gewiß schwierigen und für das Leben überhaupt schwerwiegenden Gebiete der Berufswahl will nun der Film mit helfend eingreifen.

Den jungen Leuten, aber auch deren Eltern, soll die Wahl des richtigen Berufs dadurch erleichtert werden, daß sie mit den verschiedenen Handwerksbetrieben bekannt gemacht werden, und zwar in einer Weise, die einen Einblick in Wesen und Betrieb des einzelnen Handwerks in lebendiger, natürlicher Art gestattet. Dies kann nur der Film fertig bringen, wenn man von dem persönlichen Besuche von Handwerksbetrieben absieht, der ja nur in ganz wenig Fällen sich ermöglichen läßt. Diese persönliche Anschauung an Ort und Stelle kann aber durch den Film voll und ganz ersetzt werden.

Unter solchen Umständen ist es bemerkenswert, daß sich die „Zentrale für wissenschaftliche und Unterrichts-Kinematographie“ auch dieses Belehrungsgebietes angenommen hat, indem sie eine Reihe von Handwerksbetrieben kinematographisch hat aufnehmen lassen. Man sieht auf diese Weise z. B. die Herstellung eines Bucheinbandes, eines Wagens, eines geschmiedeten Gitters usw., und so erhält man einen lebendigen Einblick in die Buchbinderei, Stellmacherei, Schlosserei, Hufschmiede usw. Die vor nicht langer Zeit erstmalige Vorführung dieser Films in Berlin war technisch wie inhaltlich vollkommen, so daß diese Art anschaulichster Belehrung die größte Beachtung der Eltern, Lehrherren und Lehrlinge verdient. Die genannte Zentralstelle hat somit die ersten praktischen Versuche dieser Art Belehrung und Aufklärung zum Zwecke der Berufswahl unternommen, und zwar können diese als völlig geglückt bezeichnet werden.

Zur Hebung und Förderung des Handwerks werden solche Filmdarbietungen sicherlich beitragen, denn sie sind vortrefflich dazu geeignet, Interesse für das Handwerk zu erwecken. Auch in den öffentlichen Kinos sollten derartige Films mehr, als es bisher geschieht — manche große Kinos bieten ab und zu schon solche Films —, vorgeführt werden. Sie würden bei dem großen Publikum manches Vorurteil, auch manche geringschätzige Meinung über das Handwerk, wie sie leider noch vielfach verbreitet ist, zerstören und so dem Handwerk das ihm gebührende Ansehen verschaffen. Auch wenn das allgemeine Urteil über Handwerksarbeit und Handwerker gehoben wird, wird das gesamte Handwerk eine wesentliche Förderung erfahren, wird auch die Berufswahl entschieden günstig beeinflusst werden.

Paul Sorgenfrei. [568]

Gründung eines österreichisch-deutschen Wirtschaftsverbands in Wien. In Wien ist eine Parallelorganisation des in Berlin schon seit längerer Zeit bestehenden deutsch-österreichischen Wirtschaftsverbands gegründet worden, die sich als österreichisch-deutscher Wirtschaftsverband die Pflege wirtschaftlicher Beziehungen zwischen Österreich und Deutschland zur Aufgabe macht. Schon vor zwei Jahren hatte sich mit dem Präsidenten der Wiener Anglobank an der Spitze, Prof. Dr. Landesberger, eine Organisation aus den größeren wirtschaftlichen Verbänden Österreichs in Wien gebildet, die nunmehr zu jener Gründung geführt hat, der sofort mehrere Hundert große österreichische Firmen aus allen Zweigen der Industrie, sowie die namhaftesten Wirtschaftspolitiker Österreichs beitraten. Dieser neue Verband wird sich ebenso wie der in Berlin bestehende Verband unter Ausschaltung aller theoretischen Erörterungen lediglich mit der Bearbeitung

praktischer Fragen befassen. Den beiden Verbänden in Berlin und Wien steht sicherlich ein großes Feld einer segensreichen, wichtigen Bearbeitung offen!

P. S. [569]

## Fragekasten.

Zur Frage 14 in Nr. 1333. Lötten von Aluminium\*). Metallische Verbindung zweier Aluminiumteile durch Lötten oder Schweißen wird durch die leichte Oxydierbarkeit des Aluminiums erschwert, es ist deshalb stets ein Reduziermittel zu verwenden. Nach Schoopschen Patenten schweißt man Aluminium in der Gebläseflamme unter Zusatz einer Reduzierpaste aus 60 Teilen Kalziumchlorid, 12 Teilen Natriumchlorid und 4 Teilen Kaliumsulfat. Diese Paste wird auf die Verbindungsstelle aufgetragen und diese dann mit der Flamme bis zum Schmelzen erhitzt. Die Wirkung beruht darauf, daß unter dem geschmolzenen Überzuge des Reduziermittels das Metall in Fluß kommt, zusammenschmilzt, wobei die geringen Mengen frei werdenden Aluminiumoxyds vom Reduziermittel aufgenommen werden, das außerdem den Zutritt der Luft zum geschmolzenen Metall und damit dessen Sauerstoffaufnahme verhindert. Noch bessere Ergebnisse sollen erzielt werden, wenn man der erwähnten Reduzierpaste Fluorverbindungen beimischt, die eine völlig homogene Verschmelzung bewirken. Besitzerin der Schoopschen Patente ist die Aktien-Gesellschaft für Aluminium-Schweißung in Zürich, die dem Fragesteller erschöpfende Auskunft und geeignete Ratschläge erteilen dürfte.

W. B. [578]

## BÜCHERSCHAU.

### Kriegsliteratur.

*Der Krieg und die deutsche Seele.* Dritte vaterländische Rede von Ernst Horneffer. Verlag Ernst Reinhardt, München. 46 Seiten. Preis 1 M.

*Vom Krieg und vom deutschen Bildungsideal.* Von E. Küster. Deutsche Kriegsschriften, 5. Heft. Verlag Marcus & Weber, Bonn. 26 Seiten. Preis 0,60 M.

*Englische Denkhäufigkeit.* Eine völkerpsychologische Studie von E. Schultze. Verlag Ernst Reinhardt, München. 39 Seiten. Preis 0,50 M.

Horneffer versucht, den Krieg in Zusammenhang und Einklang zu bringen mit dem deutschen Geiste, der sich von der Völkerwanderung bis jetzt als den Deutschen eigen erwiesen und deren Schicksal, böses und gutes, jederzeit und allorts bestimmt habe. Küster veröffentlicht einen Vortrag, der bei einer Arndtfeier gehalten wurde. Beide Heftchen wenden sich hauptsächlich an die stark gefühlsmäßige Auffassung. Demgegenüber gibt uns Schultze einen gründlich durchdachten, dem wissenschaftlich-exakten Denken gerechtwerdenden Einblick in den englischen Grundcharakter. Seine Darlegungen stützt er durch zahlreiche Berufungen auf Tatsachen, die seine Schlüsse notwendig belegen. Dem Techniker und Naturwissenschaftler wird daher diese Studie besonders willkommen sein.

P. [585]

\*) Eine andere Behandlung dieser Frage befindet sich im Sprechsaal der Zeitschrift „Chemische Apparatur“ 1915, Heft 10 (Verlag von Otto Spamer, Leipzig-R.), worauf hier aus Platzmangel nur hingewiesen sei. Schriftleitung.