

# PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE  
IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

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

Nr. 1447

Jahrgang XXVIII. 42.

21. VII. 1917

Inhalt: Über die natürlichen organischen Farbstoffe. Von Privatdozent Dr. ERWIN OTT, Münster i. W. — Die Drahtseilbahn über den Niagara. Von Oberingenieur F. RATH. Mit vier Abbildungen. — Zur Verkehrsgeschichte des Indischen Ozeans im Altertum und Mittelalter. Von Dr. phil. RICHARD HENNIG. (Fortsetzung.) — Rundschau: Altes und Neues über das Emporsteigen des Wassers in den Pflanzen. Von Dr. phil. O. DAMM. (Schluß.) — Sprechsaal: Warum erscheint die Sonne größer beim Untergang? — Ein mathematisches Paradoxon. — Notizen: Über die chemischen Grundlagen der Blutgerinnung. — Zur Geschichte des Neandertalfundes. — Zur Lehre von den Schmuckfarben. — Die Stadt ohne Rauch.

## Über die natürlichen organischen Farbstoffe.

Von Privatdozent Dr. ERWIN OTT, Münster i. W.

In der gesamten Natur begegnen wir auf Schritt und Tritt einer gewaltigen Mannigfaltigkeit der Farben. Im Mineralreich ist es die große Zahl der gefärbten Erden, Erze und Steine, die zum großen Teil schon seit den ältesten Zeiten wegen der Schönheit ihrer Färbungen als Farbstoffe verwendet worden sind. Noch viel größer aber ist die Mannigfaltigkeit der Farben in der organischen Welt. Die Pflanzen mit ihren farbenreichen Blüten und Blättern wetteifern hier mit der Tierwelt, vor allem den Vögeln und Schmetterlingen, an Reichtum und Schönheit der Farbe.

Der Zusammenhang vieler Farbstoffe des Mineralreichs mit den Metallen muß bei der frühen Entwicklung der Metallgewinnung schon frühzeitig beobachtet worden sein, der meist einfache Bau der meisten anorganischen Farbstoffe ermöglichte der anorganischen Chemie die frühzeitige Erkennung ihrer Zusammensetzung. Dagegen entwickelte sich die organische Chemie erst allmählich aus der anorganischen. Die Aufklärung der Konstitution der organischen Farbstoffe gehört außerdem zu den schwierigsten Aufgaben der Chemie der Kohlenstoffverbindungen, denen sie erst gewachsen war, nachdem beim Studium einer sehr großen Zahl von einfacher gebauten Verbindungen die Grundlagen geschaffen worden waren, auf denen aufbauend das schwierige Werk in Angriff genommen werden konnte. Zu diesen Grundlagen gehört vor allem das Heer der künstlichen organischen Farbstoffe, deren Zusammensetzung von ihrem Aufbau her bekannt war, und durch deren Studium zunächst die wichtigen Zusammenhänge zwischen der Konstitution und der Farbe organischer Verbindungen erkannt werden konn-

ten. Ohne diese Grundlagen war an eine erfolgreiche Inangriffnahme des Studiums der meist sehr kompliziert gebauten natürlichen organischen Farbstoffe nicht zu denken, und es erklären sich daraus die Mißerfolge, die z. B. der schon vor hundert Jahren versuchten Aufklärung der Konstitution des Blattgrüns beschieden sein mußten.

Die erste große Entdeckung auf dem Gebiet der natürlichen organischen Farbstoffe fällt noch in die Zeit der Hauptentwicklung der künstlichen Teerfarbstoffe, es ist dies die Aufklärung der Konstitution des Alizarins, des prächtigen roten Farbstoffs der Krappwurzel durch Graebe und Liebermann im Jahre 1868. Die Entdeckung seines nahen Zusammenhangs mit dem in reichlicher Menge im Steinkohlenteer vorkommenden Anthrazen ermöglichte bald darauf die technische Darstellung des Farbstoffs in größtem Maßstab aus diesem billigen Rohmaterial. Damit wurde der Anbau des Krapps in kurzer Zeit vollkommen überflüssig, und die großen bis dahin dazu verwendeten Flächen urbaren Bodens wurden für wichtigere Zwecke frei.

Erheblich größere Schwierigkeiten verursachte die Aufklärung der Konstitution des Indigo, des Königs der Pflanzenfarbstoffe, die eine der Lebensaufgaben Adolf Baeyers geworden ist. Auch in diesem Fall folgte allmählich der wissenschaftlichen Synthese im Laboratorium dank der unermüdlichen Versuche der chemischen Großindustrie der künstliche Aufbau im großen, der von einem der Hauptprodukte des Steinkohlenteers, dem Naphthalin, ausgeht, für das man bis dahin keine rechte Verwendung hatte. Auch hier ist der Anbau der Indigopflanze in Indien langsam zurückgegangen, da ein erfolgreicher Wettbewerb mit dem künstlich dargestellten Farb-



stoff auf die Dauer unmöglich war. Die dadurch freigewordenen Felder sind mit Reiskulturen bepflanzt worden. Vielleicht wird dadurch mit der Zeit die traurige Tatsache eine Änderung erfahren, daß in dem fruchtbaren Indien fast alljährlich Tausende von Menschen verhungern, während England durch den Anbau der Indigopflanze ungeheure Summen aus der Kolonie herauszieht. Die Erkenntnis der Zusammensetzung des Indigo, der zu den ältesten, in Ägypten schon seit Jahrtausenden verwendeten natürlichen Farbstoffen gehört, ermöglichte in neuester Zeit die Erforschung eines ihm nahe verwandten Farbstoffs von noch größerem geschichtlichen Interesse, des antiken Purpurs. Dieser Farbstoff erfreute sich bekanntlich im Altertum einer ungleich höheren Wertschätzung als der ihm chemisch nahe verwandte Indigo, der bis zu Beginn dieses Jahrhunderts uns als der König der Farbstoffe galt und erst in der neuesten Entwicklung der Technik der künstlichen organischen Farbstoffe überlegene Konkurrenten in den Farbstoffen der Halogen- und Thioindigogruppe, vor allem aber im Indanthren und Flavanthren und ihren Derivaten gefunden hat. Die bedeutungsvolle Rolle, die der Purpur im Altertum gespielt hat, geht aus unzähligen Überlieferungen hervor. Im alten Testament ist häufig von Purpurstoffen die Rede. So wird beim Bau des Salomonischen Tempels erwähnt, daß der Vorhang aus rosinroter, scharlachblauer Seide bestand (II. Buch Chronica III, 14). Zu seiner Herstellung ließ sich Salomo vom König von Tyrus einen mit der Färberei vertrauten Mann kommen (II. Buch Chronika II, 7, 14). Demnach hat Tyrus schon damals den Ruf als Zentrum der Purpurfärberei besessen, der ihm während des ganzen römischen Reiches bis zur Eroberung Konstantinopels geblieben ist. Ebenso wird beim Besuch der Judith im Zelt des Holofernes ein Vorhang beschrieben, der mit Purpurleinwand, Gold und Edelsteinen geziert war (Buch Judith X, 19). Noch häufiger aber wird der Purpur als Symbol und Abzeichen königlicher Würde im Alten und Neuen Testament erwähnt (z. B. I. Makkab. X, 20, 60, 62; Matth. XXVII, 28). Die zunehmende Kultur und der in Rom sich immer mehr anhäufende Reichtum des Weltreiches verschafften den Purpurstoffen eine erheblich allgemeinere Verbreitung, die in der Kaiserzeit in Luxus ausartete. Immerhin blieb das Tragen bestimmter Formen von Purpurgewändern das Vorrecht und Abzeichen vornehmer Stände oder hoher Beamter, wie die purpugesäumte *toga praetexta*, oder der Purpurstreifen der Senatoren am Ausschnitt der *tunica*. Ganz purpurn, mit Goldstickerei verziert war das Kleid des kapitolinischen Jupiter. Dieselbe Kleidung durften anfangs nur siegreiche Feldherrn tragen, die da-

durch über den Stand gewöhnlicher Menschen emporgehoben werden sollten. Mit der zunehmenden Verschmelzung des Kaisertums mit dem Begriff der Gottheit wurde dann die Herstellung und der Verkauf von mit bestimmten Purpursorten gefärbten Purpurgewändern Privatleuten überhaupt verboten, z. B. unter Nero, besonders aber durch den drakonischen Erlaß des Gratian, Valentinian und Theodosius um 383 n. Chr. Das Christentum hat den Purpur als Abzeichen des hohen Würdenträgers aus dem Altertum übernommen, und noch heute verleiht der Papst dem neuernannten Kardinal als äußeres Symbol den Purpur. Ebenso sind uns mit Purpur gefärbte Pergamente und mit Purpurtinte geschriebene Prachtwerke erhalten geblieben, wie der berühmte *Codex argenteus*, die gotische Bibelübersetzung des Bischofs Ulfila aus der Zeit der Völkerwanderung. Dagegen hat man keinerlei mit Purpur gefärbtes Gewebe aus dem Altertum mehr gefunden. Unter den byzantinischen Kaisern wurde die Purpurfärberei kaiserliches Monopol, die Färbungen scheinen sich dabei allmählich verschlechtert zu haben. Mit dem Untergang des oströmischen Reiches und der Einnahme Konstantinopels durch die Türken ging die Kenntnis von der Färbekunst so vollständig verloren, daß Papst Paul II. 1464 Färbvorschriften für die Herstellung der Kardinalgewänder erlassen mußte, nach denen aber ausdrücklich nicht mehr mit dem bis dahin gebräuchlichen Schneckenpurpur, sondern mit Scharlach (*coccum*) gefärbt werden soll, einem anderen Farbstoff, der aus einem kleinen Insekt (*coccus ilicis* und *coccus baphica*) gewonnen wird, das der später (1526) von Amerika eingeführten Cochenille (*coccus cacti coccinellifera*) ähnlich ist.

Über die Technik des Färbens mit Purpur finden wir dagegen keine genügend genauen Angaben in der uns überlieferten Literatur des Altertums, war doch der Stand der Färber ein sehr verachteter, so daß es sich nicht lohnte, über ihr Gewerbe nähere Angaben zu machen. Glücklicherweise geht aus einigen Angaben des Plinius und den Überresten zerschlagener Muscheln, die wir noch heute an verschiedenen Stätten antiker Färbereien an der Küste aufgehäuft finden, wenigstens die Spezies der verwendeten Purpurschnecken mit ziemlicher Sicherheit hervor. Die wichtigsten der von Plinius als *purpura* bezeichneten Arten führen jetzt die zoologischen Bezeichnungen *murex brandaris* und *murex trunculus*, die von ihm *bucinum* genannte kleinere Trompetenschnecke gehört zur Gattung *purpura*. Am häufigsten scheint die *purpura haemostoma* verwendet worden zu sein. Der Farbstoff der Purpurschnecken ist nicht im ganzen Körper des Tieres verteilt, sondern befindet sich nur in einer kleinen Drüse,



die schon von Aristoteles beschrieben, von Plinius *vena* genannt wurde. Er ist darin noch unentwickelt in der Menge eines kleinen Tröpfchens von weißlichem, schleimigem Saft enthalten, der häufig für sich gesammelt, durch ein nicht näher beschriebenes Verfahren präpariert und auf die zu färbende Wolle oder Seide aufgetragen wurde. Erst beim Belichten der damit imprägnierten Gewebe an der Sonne tritt die Färbung zutage. Bei dem geringen Farbstoffgehalt des Drüseninhalts war zur Ausführung der Färbungen eine außerordentlich große Zahl von Schnecken erforderlich, die im Altertum durch andere Muscheln als Köder gefangen wurden, die man in Körben für einige Zeit im Meer auslegte. Daraus erklärt sich auch der hohe Preis der purpurnen Gewebe, der demselben stets die Rolle von etwas außergewöhnlich Kostbarem, dem Gold und den Edelsteinen Gleichzustellenden, sicherte. So war das Pfund Purpurwolle der besten Qualität in einem Maximaltarif des Kaisers Diokletian aus dem Jahre 301 n. Chr. mit etwa 950 M. nach heutigem Geld angesetzt. Da diese Färbungen nicht mehr als 4—5% Farbstoff enthalten haben können, ergibt sich für diesen selbst ein Preis von 40 000—50 000 M. für das Kilogramm, während heute das Kilogramm Indigo oder Alizarin mit 7—15 M. bezahlt wird.

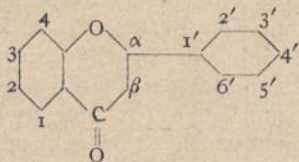
Naturwissenschaftliche Untersuchungen des Farbstoffs beginnen erst im 18. Jahrhundert und waren anfänglich vorwiegend zoologischer Natur. Von dem großen französischen Zoologen Lacaze-Duthiers wurde zuerst nachgewiesen, daß die farblose Drüsensubstanz der Schnecke lichtempfindlich ist und man daher mit ihrer Hilfe farbige Kopien nach Art unseres heutigen photographischen Kopierprozesses herstellen kann. Er verdankt die Anregung zu seinen Untersuchungen einem Fischer in Mahon auf Minorka, den er seine Wäsche mit dem farblosen Saft von *purpura haemostoma* zeichnen sah. Chemische Untersuchungen wurden im Laufe des vergangenen Jahrhunderts in geringer Zahl ausgeführt und ließen trotz der kleinen zur Verfügung stehenden Substanzmengen bereits einen gewissen Zusammenhang mit Indigo und Indirubin, einem ähnlich gebauten, ständigen Begleiter des natürlichen Indigo, erkennen. Die vollständige Aufklärung der Konstitution des Purpurs gelang im Jahre 1909 P. Friedländer, der aus 12 000 mittelst des Schleppnetzes gefangenen Purpurschnecken *murex brandaris* 1,5 Gramm des reinen Farbstoffs isolieren konnte. Die Drüsen der gefangenen Tiere wurden dabei einzeln herauspräpariert, ihr Inhalt auf Fließpapier gestrichen, der Farbstoff durch kurzes Belichten entwickelt und alsdann durch Extraktion mit einem geeigneten Lösungsmittel aus den gefärbten Papierstreifen herausgenommen. Der

Purpurfarbstoff erwies sich dabei als identisch mit dem schon früher von R. Sachs auf synthetischem Wege aufgebauten 66'-Dibromindigo, der heute zu etwa  $\frac{1}{1000}$  des Preises technisch hergestellt werden könnte, der in der alten Welt dafür bezahlt werden mußte.

Die Untersuchung des so erhaltenen Purpurs hat uns aber bisher etwas enttäuscht, der Farbstoff übt auf unser durch die moderne Farbstofftechnik verwöhntes Auge keinen sonderlichen Eindruck aus. Er besitzt ein trübes, rotstichiges Violett, dessen Nuance sich außerdem leicht durch Farbstoffe der billigeren und ebenso lichtechten Thioindigogruppe erzeugen lassen würde. Aus den Mitteilungen Friedländers über den Farbenton ist übrigens zu entnehmen, daß der Begriff Purpurfarbe im Altertum ein viel allgemeinerer gewesen ist als heutzutage und auch für sehr viel violetttere Töne gebraucht wurde. Dies geht auch aus dem Studium der Klassiker hervor, die den Purpur häufig mit anderen Naturfarben vergleichen. Allerdings kennen wir durch die Untersuchung Friedländers nur den einen 66'-Dibromindigopurpur aus *murex brandaris*. Es geht aber aus einer Anzahl von Überlieferungen hervor, daß man im Altertum sehr verschiedene Nuancen von Purpur unterschied. So wird in dem erwähnten Erlaß der Kaiser Gratian, Valentinian und Theodosius 383 n. Chr. ausdrücklich nur die Herstellung und der Verkauf der als Blut- und Voll- oder Hochblutpurpur, ferner der als Hyazinthpurpur bezeichneten Sorten verboten: *Fucandae atque distrahendae purpurae, vel in serico vel in lana, quae blatta vel oxyblatta atque hyacinthina dicitur, facultatem nullus possit habere privatus* (L. I Cod. Just. quae res venire. 4, 40). Aus diesen Bezeichnungen geht wiederum hervor, daß auch Nuancen bekannt waren, die mehr nach rot und damit nach dem heutigen Begriff der Purpurfarbe hin spielten. Für diese Enttäuschung, die uns bisher der Farbstoff aus *murex brandaris* als solcher bereitet hat, vermag uns aber seine farblose, im Drüseninhalt der Schnecke enthaltene Leukoverbindung etwas zu entschädigen, deren chemische Untersuchung bereits die interessante Tatsache ergeben hat, daß sie nur die halbe Molekulargröße wie der Farbstoff selbst besitzt. Auch die Tatsache, daß der Organismus der Schnecke zum Aufbau der etwa 40% Brom enthaltenden Drüsensubstanz das nur in sehr geringer Menge (0,03%) im Meerwasser enthaltene Brom an Stelle des viel reichlicher (etwa in der hundertfachen Menge) vorhandenen Chlors verwendet, war von großem naturwissenschaftlichen Interesse und erinnert an die Fähigkeit der Meerespflanzen, namentlich der Fukusarten, das noch in viel geringerer Menge als das Brom im Meerwasser enthaltene Jod in sich aufzuspeichern.



Eine andere wichtige Klasse natürlicher Farbstoffe, die im Pflanzenreich sehr verbreitet sind, leitet sich vom Flavon und dem  $\beta$ -Oxyflavon ab, das den Namen Flavonol erhalten hat. Das Flavon selbst ist ein  $\alpha$ -Phenylchromon, daher ist der eigentliche Grundkörper das Benzopyron oder Chromon. Die Formel des Flavons, von der sich die natürlichen gelben Beizenfarbstoffe durch den Eintritt einfacher Substituenten herleiten, wird durch folgendes Strukturbild, bei dem die einzelnen Kohlenstoffatome zur bequemen Bezeichnung des Ortes, an dem die betreffenden Substituenten eintreten, mit Nummern versehen werden, ausgedrückt:



Die eingehende Untersuchung dieser Farbstoffklasse verdanken wir vor allem den kunstvollen Synthesen des 1910 verstorbenen Stanislaus von Kostanecki und seiner Mitarbeiter, die in den Jahren 1899—1906 durch den Aufbau fast aller dieser natürlichen Farbstoffe ihre Konstitution endgültig bewiesen haben. In der Pflanze kommen diese Farbstoffe, ähnlich wie der Indigo und das Krapprot, meist in Form ihrer Glukoside vor, aber an verschiedene Zucker gebunden; außer dem Traubenzucker sind u. a. auch Galaktose und Rhamnose als Begleiter nachgewiesen worden. Die meisten dieser Farbstoffe, vor allem das Apigenin, Luteolin und Morin, haben schon seit längerer Zeit eine nicht unbeträchtliche Verwendung als gelbe Beizenfarbstoffe für Wolle und Seide gefunden. Das Apigenin (1, 3, 4'-Trioxyflavon) ist in Verbindung mit einem chemisch sehr interessanten Zucker, der Apiose, die im Gegensatz zu fast allen anderen Zuckerarten eine verzweigte Kohlenstoffkette enthält, in der Petersilie und dem Sellerie aufgefunden worden. Das Luteolin (1, 3, 3', 4'-Tetraoxyflavon) ist der Farbstoff des Wau (*reseda luteola*), der früher seines Farbstoffgehalts wegen in Mitteleuropa angebaut wurde. Im Morin (1, 3, 2', 4'-Tetraoxyflavonol) ist der färbende Bestandteil des Gelbholzes (*morus tinctoria*) erkannt worden, das noch heute als ein für die Wollfärberei wichtiges Farbholz in erheblichen Mengen importiert wird. Das Morin zeigt mit Aluminiumsalzen auch bei außerordentlich starker Verdünnung eine sehr charakteristische smaragdgrüne Färbung, die gestattet, sehr geringe Spuren von Aluminiumsalzen nachzuweisen. Da die analytische Chemie keinen Überfluß an empfindlichen und charakteristischen Reaktionen auf Aluminium besitzt, war diese Bereicherung sehr wertvoll. Wohl am ver-

breitetsten in der Pflanzenwelt ist das Quercetin (1, 3, 3', 4'-Tetraoxyflavonol), das, mit Glukose, Galaktose und Rhamnose in verschiedenen Verhältnissen vereinigt, als Quercitrin zuerst aus der Rinde einer Eiche (*quercus tinctoria*) gewonnen worden ist. Es wurde dann auch in den Zwiebschalen und den Blüten der Roßkastanie, des Stiefmütterchens, des Goldlacks, des Schwarzdorns, des Hopfens u. a. gefunden. Sein Vorkommen in den Zwiebschalen wurde früher gelegentlich im Haushalt zum Färben der Oster-eier ausgenutzt. Außer den schon erwähnten Synthesen von Kostanecki und seiner Mitarbeiter war für die Konstitutionsermittlung der Farbstoffklasse ihre Empfindlichkeit gegenüber Alkalien von Bedeutung. Dabei tritt eine Spaltung des Moleküls an der Sauerstoffbrücke ein, und aus den beiden entstehenden Spaltungsstücken (mehrwertiges Phenol und Phenolkarbonsäure) kann vor allem ein Rückschluß auf die Stellung der verschiedenen Phenolgruppen gezogen werden.

Die gründliche Erforschung dieser gelben Farbstoffe, die im Pflanzenreich so verbreitet sind, war von ganz besonderer Bedeutung für die Erkennung der Konstitution der Anthozyanidine. Diese sind die Farbstoffe der Blüten und vieler Beeren, wo sie in Form ihrer Glukoside, der Anthozyane, enthalten sind. Ihre Untersuchung wurde seit 1913 von Richard Willstätter und seinen Mitarbeitern im Kaiser-Wilhelms-Institut in Berlin-Dahlem in sehr erfolgreicher Weise in Angriff genommen, so daß heute schon über die Konstitution und die Eigenschaften der wichtigsten Vertreter dieser Farbstoffklasse berichtet werden kann. Die Anthozyanidine erwiesen sich als den Flavonolen nahe verwandt, sie sind einfache Reduktionsprodukte derselben, wodurch das häufige gemeinsame Vorkommen in Blüten und Beeren eine interessante Erklärung findet. Zwar kann die Reduktion der Flavonole im Laboratorium nicht sehr glatt verlaufen, weil es sich nicht verhindern läßt, daß dabei auch das am Ringschluß beteiligte Sauerstoffatom teilweise zum Angriffspunkt für das Reduktionsmittel wird. Trotzdem ist es Willstätter nach einer Mitteilung aus dem Jahre 1914 gelungen, bei der Reduktion von Quercetin ein reines Anthozyanidin, das Zyanidin, zu gewinnen und damit den zunächst auf andere Weise durchgeführten Konstitutionsbeweis zu vervollständigen. Dieser andere Beweis beruhte auf der hier schon in wässriger Lösung durchführbaren Spaltung durch Alkalien, wobei in ganz gleicher Weise wie bei den Flavonolen aus den Spaltstücken auf den Ort der Substituenten geschlossen werden konnte. Für die eigenartigen Farbänderungen, die diese Verbindungen gegenüber Alkalien und Säuren zeigen, gab die chemische Doppelnatur



der Farbstoffklasse eine interessante Erklärung. Als mehrwertige Phenole bilden sie Metallsalze, außerdem vermögen sie aber infolge der basischen Eigenschaften des an der Ringbildung beteiligten Sauerstoffatoms auch Salze mit Mineral- und Pflanzensäuren zu bilden. Besonders die Fähigkeit zur Salzbildung mit Säuren ist gegenüber den Flavonolen durch die Reduktion stark erhöht worden. So erklärt es sich, daß die blaue Farbe der Kornblume und die rote Farbe der Rose durch denselben Farbstoff, das Zyanidin, bewirkt wird, das als erster Vertreter der Farbstoffklasse aus der Kornblume gewonnen worden ist und daher der ganzen Klasse den Namen gegeben hat. In der Kornblume ist das Zyanidin in Form des blauen Kaliumsalzes enthalten, in der Rose und der Preiselbeere in Form der roten „Oxonium“-Salze mit Pflanzensäuren. Diese chemische Doppelnatur der Anthozyanidine und der damit verbundene Farbenwechsel ist neben der Zahl und Stellung der Phenolgruppen ein außerordentlich wichtiger Faktor für die Vielseitigkeit der Blütenfarben und ermöglicht es der Natur, diese unendliche Mannigfaltigkeit mit relativ sehr wenigen Farbstoffen, d. h. mit einfachen Mitteln, zu erreichen. Die Vermehrung der Anzahl der Phenolgruppen bewirkt eine Verschiebung der Farbe von scharlachrot nach karmin- und blaurot. Unter den Farbstoffen, die mehr als die fünf Phenolgruppen des

Zyanidins enthalten, wurden von Willstätter und seinen Schülern aus dem Rittersporn (*delphinium consolida*) das Delphinidin, aus der Heidelbeere und der Stockrose das Myrtillidin, aus der Weintraube das Önidin, aus der Waldmalve das Malvidin in reinem Zustand isoliert. Dabei haben sie eine alte „Streitfrage“ zur endgültigen Entscheidung gebracht durch den Nachweis, daß die Farbstoffe des Rotweins und der Heidelbeere voneinander verschieden sind. Zugleich lehrten sie einfache Reaktionen kennen, um sie zu unterscheiden. So zeigt der Weinfarbstoff im Gegensatz zum Farbstoff der Heidelbeere keine Eisenchloridreaktion.

(Schluß folgt.) [2497]

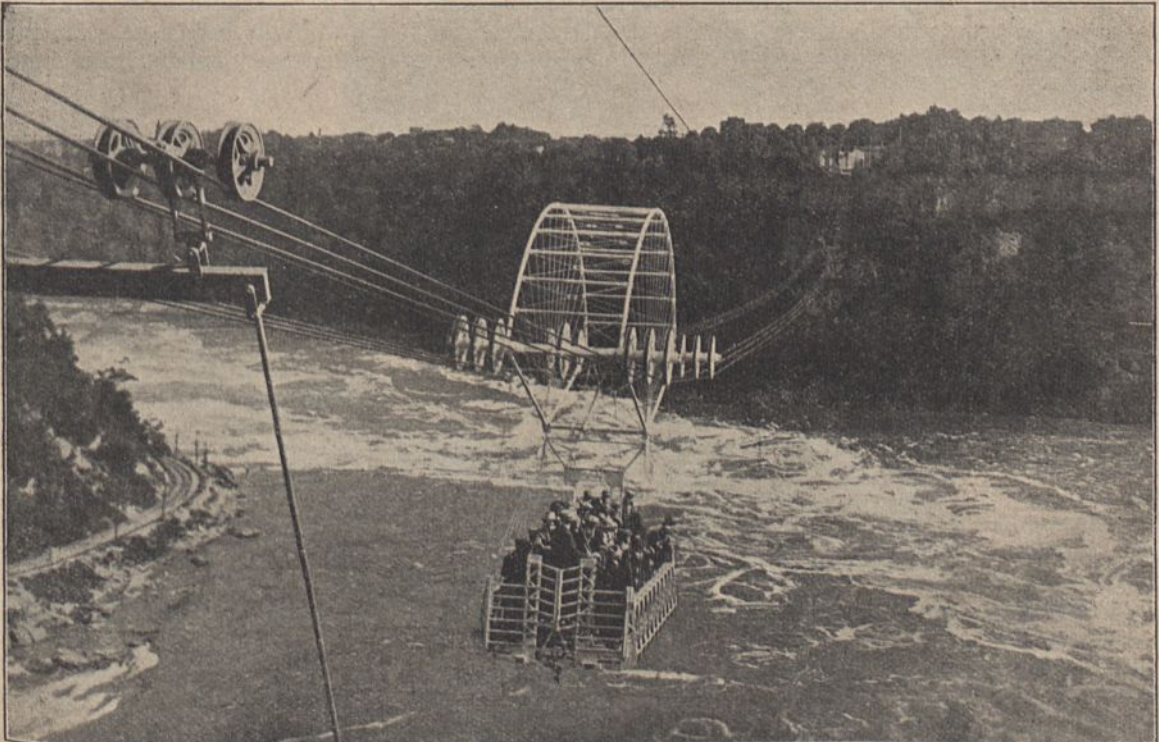
### Die Drahtseilbahn über den Niagara.

Von Oberingenieur F. RATH.

Mit vier Abbildungen.

Die neueste „Sensation“ der Niagarafälle ist eine rund 600 m lange Luftseilbahn zur Personenbeförderung, die die Fälle unmittelbar vor dem Whirlpool, dem großen Strudel, überquert. Die Bahn wurde mit spanischem Kapital von Torres y Quevedo, einem spanischen Ingenieur erbaut, wie es heißt, weil den Amerikanern die Lösung der Aufgabe nicht gelang. Quevedo ist der Erbauer einer vor sechs

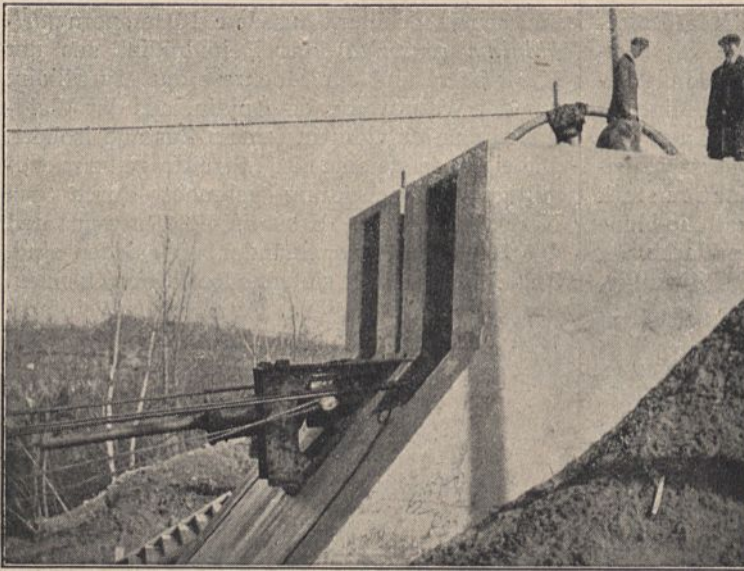
Abb. 413.



Gesamtansicht der Niagarabahn. Blick von Thompson's Point hinüber nach Colt's Point und auf den Strudel. Links ein Teil der Tragkonstruktion des Bahnsteigs auf Thompson's Point, dessen vorderes Ende frei an den Trageilen hängt.



Abb. 414.



Der 700 t schwere Betonblock, in dem die 6 Tragseile der Niagarabahn auf Colt's Point verankert sind. Rechts oben die Führungsrolle, über die das Zugseil läuft.

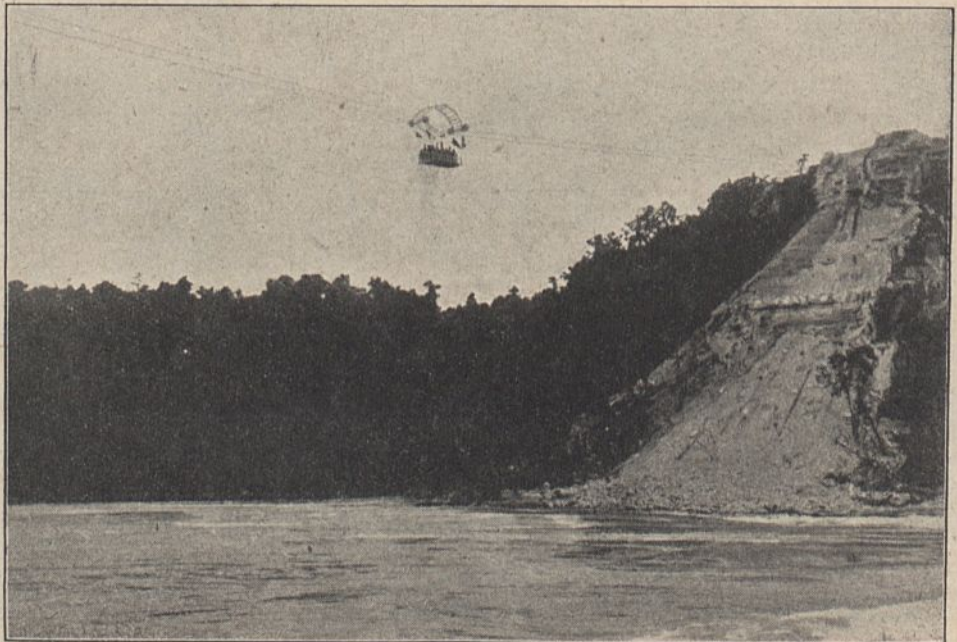
Jahren eröffneten, etwa 300 m langen Schwebbahn, die von San Sebastian (Spanien) zu einem auf andere Weise kaum erreichbaren Aussichtspunkt über der Bai von Biskaya führt. Das Prinzip dieser Bahn — die bis vor kurzem die einzige ihrer Art war — ist auch bei der „Whirlpool Spanish Aerocar“ verwendet worden. Ihr „Gleis“ besteht aus 6 stählernen Drahtseilen von je 25 mm Durchmesser, 3 rechts, 3 links, die uns Abb. 413 deutlich zeigt. Sie sind an dem einen Ende, auf der Station Colt's Point, in einem 700 t schweren Betonblock verankert (s. Abb. 414), während sie in Thompson's Point, der anderen Station, zunächst über große Rollen laufen und dann in je 10 t schweren Gegengewichten enden. Diese Gewichte, die sich in Führungen auf und ab bewegen können, sorgen dafür, daß die Spannung der Tragseile stets unverändert bleibt, gleich-

viel, wo sich der Wagen befindet, und wie schwer er belastet ist. Nimmt z. B. das Wagengewicht zu, so gleiten die beweglichen Gegengewichte in ihren Führungen hoch und die Tragseile verlängern sich, bis die Gewichtszunahme ausgeglichen ist. Auf diese Weise bleibt die Belastung immer gleich 10 t. Durch die Gleichmäßigkeit des auf die Tragseile wirkenden Zuges wird erreicht, daß das Reißen eines Seiles keine ernstesten Gefahren mit sich bringt. Der Durchhang der übrigen Seile würde sich in einem solchen Falle entsprechend vergrößern und die Gondel etwas unsanft — mit einem plötzlichen Ruck — in eine tiefere Lage kommen. Das Tiefsinken selbst birgt keine Gefahr, da sich der Wa-

gen unter normalen Verhältnissen auf dem tiefsten Punkt seiner Bahn immer noch 50 m über dem Wasserspiegel befindet (s. Abb. 415). Unangenehmer würde die Sache schon werden, wenn zwei Seile gleichzeitig rissen. Diese Möglichkeit hält der Erbauer indessen für ausgeschlossen, zumal tagtäglich vor Betriebsbeginn Belastungsproben vorgenommen werden.

Die Einrichtung des Wagens ist aus Abb. 413 zu ersehen. Das Bild zeigt, daß es sich nur um eine Art eiserner Plattform handelt, die rings

Abb. 415.



50 m über dem Niagara; Blick vom Flusse aus auf die „Aerocar“.



von Eisengittern umschlossen ist. Leer wiegt der Wagen 3,4, bei voller Belastung (45 Personen, die sich auf 24 Sitz- und 21 Stehplätze verteilen) etwa 7 t. Vorwärts bewegt wird er durch ein 22 mm starkes Zugseil, das man auf den Abb. 413 und 416 deutlich zwischen den beiden Trageilgruppen sieht. Es läuft von dem einen Wagenende hinüber zu Colt's Point, geht hier über die auf Abb. 414 teilweise sichtbare Führungsrolle und darauf zurück nach Thompson's Point, wo es zunächst eine aus drei Rollen bestehende, mit einem Gegengewicht von 10 t belastete Spannvorrichtung passiert, die seine Spannung mit der der Trageile in Einklang bringt. Aus der Spannvorrichtung kommend, läuft es über eine große Treibscheibe und schließlich über eine zweite Führungsrolle zum anderen Wagenende zurück. Die Treibscheibe wird durch einen kräftigen Elektromotor gedreht; diese Drehung überträgt sich auf das Zugseil, das je nach der Drehrichtung den Wagen vorwärts oder rückwärts zieht. Die Fahrtgeschwindigkeit kann bis auf 120 m in der Minute gesteigert werden. In der Regel wird aber bedeutend langsamer gefahren, denn die Bahn ist natürlich lediglich Vergnügungsbahn, erbaut einmal, um einen vom Ufer aus nicht möglichen ungehinderten Blick auf die volle Breite der Fälle, den Strudel und die Schnellen

zu erschließen, zum anderen aber auch des Nervenkitzels halber, den das Überqueren des tosenden Strudels an schwankem Seil in vielen Fahrgästen sicher auslösen wird.

[2649]

### Zur Verkehrsgeschichte des Indischen Ozeans im Altertum und Mittelalter.

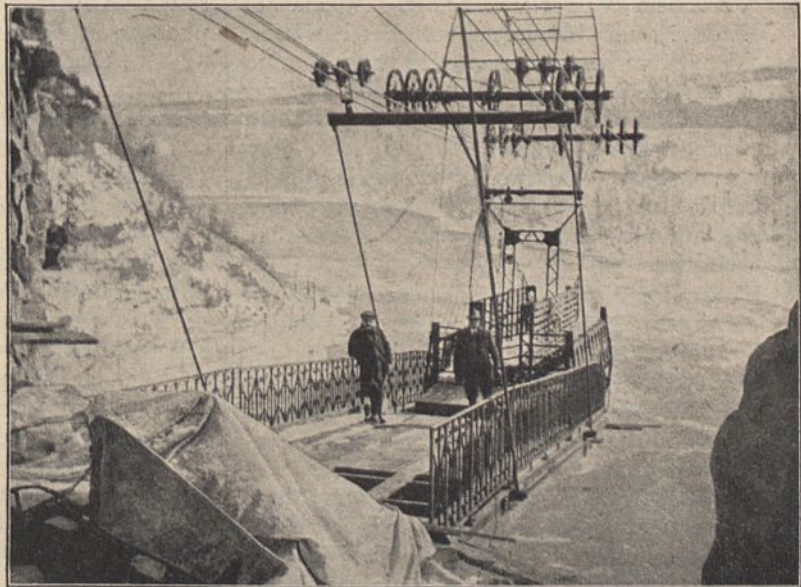
Von Dr. phil. RICHARD HENNIG.

(Fortsetzung von Seite 646.)

Am wichtigsten dürfte die kulturgeschichtliche Rolle gewesen sein, die die Sabäer als Vermittler und vermutlich erste Anreger des Indienhandels der Mittelmeervölker spielten. Die ersten Beziehungen Vorderasiens, Ägyptens und Europas zu Indien verlieren sich im vorgeschichtlichen Dunkel und sind mannigfach von der Sage umrankt worden. Die Sage weiß uns von einem angeblichen Kriegszuge des großen

Ägypterkönigs Sesostris gegen Indien zu berichten\*), der aber historisch außerordentlich wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Eine weitere Überlieferung, wonach die Assyrerkönigin Semiramis die Inder bekriegt und nach anfänglichen Erfolgen in einer großen Schlacht am Indus eine zerschmetternde Niederlage erlitten habe\*\*), leidet zwar nicht in gleich hohem Maße an Mangel an innerer Logik, ist aber ebensowenig historisch beglaubigt und dürfte lediglich lokale indische Kriegserinnerungen höchst willkürlich mit dem im Altertum überall bekannten Namen der Königin Semiramis in Verbindung gebracht haben. Ob der am Indus wohnende Volksstamm der Assakanen zeit-

Abb. 416.



Blick auf den „Bahnsteig“ der Station Thompson's Point. Das vordere Ende der Plattform ist, wie die Abbildung zeigt, an den 6 Trageilen aufgehängt, während das hintere Ende im Felsen verankert ist. Der Bahnsteig auf Colt's Point ist ähnlich ausgebildet.

weilig von den Assyrern unterworfen worden war, wie es Arrian berichtet\*\*\*), ist eine Frage, die mit der vorigen in keinem Zusammenhang steht, die aber im übrigen auch von nur nebensächlicher Bedeutung für die uns hier beschäftigenden Probleme ist. Die Phönizier haben zweifellos schon frühzeitig zu Lande einen Handelsweg nach Indien gefunden, der durch Mesopotamien und Persien ins nördliche Afghanistan und von dort über den Khaiberpaß nach Indien führte. Daß sie auf dem Persischen Meerbusen sehr früh Schifffahrt trieben, wissen wir†), ebenso daß sie auf der Insel Tylos, d. h. auf den Bahrein-Inseln, wo ihre Vorfahren nach des

\*) Diodorus Siculus I, 55.

\*\*) Diodorus Siculus II, 16—17; Strabo XV, 2.

\*\*\*) Indika I.

†) A. H. L. Heeren, „Ideen über die Politik, den Verkehr und den Handel der vornehmsten Völker der alten Welt“. Göttingen 1805, S. 104, 233.



Strabo Andeutung\*) in frühester Zeit wohnten, bevor sie mit der großen semitischen Völkerwanderung ans Mittelmeer gelangten, einen wichtigen Stützpunkt ihres Handels besaßen, daß sie daselbst eifrig Perlen fischten\*\*), und daß mehrere Handelsstraßen zwischen der ost-arabischen, der syrischen und südarabischen Küste bestanden\*\*\*). Diese durch Arabien und in seine Grenzgebiete hineinlaufenden Straßen waren nach Stuhlmann die folgenden†):

„Andererseits ging der Weg von Hadramaut (= Punt, Saba) nach den Uferländern des Perser Golfes, nach der alten Handelsmetropole Gerra, die an der Festlandküste gegenüber den Bahraininseln lag. Hier vereinigte sich der Weg mit einem anderen, der übers Wasser von Indien (Pattala am Indus?) und besonders von Persien kam. Von Gerra ging es entweder nach Norden über Teredon an der Mündung des Euphrat nach Babylon oder quer durch Arabien nach Petra-Ghazza, nach Ägypten oder Damaskus. Dies waren die uralten Handelsstädte und Handelswege, und letztere sind bis auf den heutigen Tag als Pilgerstraßen geblieben.“

Wann und wie die Phönizier den Seeweg zur Malabarküste Indiens erstmalig aufgefunden haben, vermögen wir nicht einmal vermutungsweise anzugeben. Wir können nur feststellen, daß die Reise dorthin durchs Arabische Meer zu König Salomos Zeiten den phönizischen Seefahrern offenbar nichts Ungewöhnliches bot, wobei wahrscheinlich die Bewohner von Punt-Saba die ersten Wegfinder gewesen waren. Demnach müssen spätestens in der zweiten Hälfte des zweiten vorchristlichen Jahrtausends die ersten Schiffe der Mittelmeervölker nach Indien gelangt sein.

Freilich hat der Verkehr mit den fernen Überseeländern schwerlich ohne längere Unterbrechungen bestanden. Insbesondere die Glanzperiode der israelitischen Schiffahrt kann nur eine recht kurze Lebensdauer gehabt haben. Vor König Salomos Zeit, also etwa vor dem Jahre 1000, gab es keinen israelitischen Seehandel, sondern die unmittelbaren Verbindungen mit anderen Ländern, insbesondere mit Saba, spielten sich, soweit es ging, auf dem schon erwähnten Landwege ab, dessen Bestehen noch von Plinius bezeugt††) und dessen Bedeutung

\*) Strabo XVI, 3, 4

\*\*) Oppert, „L'ambre jaune chez les Arabes“, Paris 1881, zitiert (S. 6) eine altassyrische Inschrift, die besagt, daß assyrische Kaufleute „in den Meeren, wo der Nordstern im Zenith steht“, Bernstein fischten.

\*\*\*) Heeren, a. a. O., S. 111.

†) a. a. O., S. 8—9.

††) Plinius XII, 14.

in der Bibel besonders deutlich von Jesajas betont wird\*):

„Denn die Menge der Kamele wird dich bedecken, die Läufer aus Midian und Ephra. Sie werden aus Saba alle kommen, Gold und Weihrauch bringen und des Herrn Lob verkündigen.“

Nachdem dann König Salomo versucht hatte, seines Volkes wirtschaftliche Zukunft aufs Wasser zu verlegen, suchten seine Nachfolger auf dem von ihm gewiesenen Wege zu verharren und insbesondere die einträglichen Ophirfahrten zu wiederholen. Aber keiner hatte anscheinend ähnliches Glück; zum Teil wurden die weiteren Expeditionen sogar von ausgesprochenem Unheil betroffen, wie ums Jahr 900 die schon im Anfang gescheiterte Expedition Josaphats, von der uns die Bibel erzählt\*\*):

„Und Josaphat hatte Schiffe machen lassen aufs Meer, die in Ophir gehen sollten, Gold zu holen. Aber sie gingen nicht, denn sie wurden zerbrochen zu Ezeon-Geber.“

Als aber unter König Ahas ums Jahr 730 die Landschaft Elath mit den Rotmeerhäfen von den Syrern erobert wurde\*\*\*), war es mit der altisraelitischen Seeherrlichkeit zu Ende. Selbst die Erinnerung an die einstigen Leistungen muß sehr schnell erloschen sein, denn es ist entschieden auffällig, daß Ezechiels im Anfang des sechsten Jahrhunderts aufgestellte, höchst lehrreiche Liste der Länder, mit denen Tyrus in Handelsbeziehungen stand†), des Namens Ophir nicht mehr Erwähnung tut.

Die israelitischen Seefahrten auf dem Indischen Ozean und seinen Randmeeren waren also in der Geschichte des Welthandels nur eine Episode. Ungleich wichtiger waren die phönizischen und auch die ägyptischen Unternehmungen zur See. Von den ersteren hören wir bekanntlich nur durch fremde Quellen, und wir sind daher nur bruchstückweise über die Leistungen des größten Seefahrervolkes der alten Welt in den fernerer Meeren unterrichtet. Die ägyptischen Überlieferungen sind wesentlich vollständiger, aber die alten Ägypter waren doch nur eine Seefahrernation zweiten Ranges, wie ja schon daraus hervorgeht, daß sie für ihre hervorragendsten überseeischen Expeditionen später gern Phönizier und in noch späterer Zeit Griechen in Dienst nahmen, und daß der Handel Ägyptens überwiegend in der Hand landansässiger Phönizier ruhte††). Dennoch bleibt den Ägyptern der Ruhm, die vermutlich ältesten größeren Seeunternehmungen der Mittelmeer-

\*) Jesajas 60, V. 6.

\*\*) 1. Könige 22, V. 49.

\*\*\*) 2. Könige 16, V. 6.

†) Ezechiel, Kap. 27.

††) Herodot IV, 42.



völker unternommen zu haben, wie jene schon oben (Nr. 1446, S. 644) erwähnten, bis ins dritte Jahrtausend zurückgehenden Fahrten zum Weihrauchlande Punt. Die frühesten phönizischen Seefahrten sind vielleicht nicht viel jünger (Tyrus soll ja schon im Jahre 2756 v. Chr. Geb. gegründet worden sein\*), doch wissen wir über sie nichts.

Schon sehr zeitig hatte der große Ägypterkönig Ramses II. den ältesten Vorläufer unseres Suezkanals geschaffen, indem er eine Wasserbindung zwischen dem Nilmündungsgebiet und dem Golf von Suez unter Benutzung der sogenannten Bitterseen herstellte. Dieser Kanal war bereits für die ägyptischen Kriegsschiffe der damaligen Zeit befahrbar, dürfte aber zunächst ausschließlich von den Ägyptern selbst benutzt worden sein und schwerlich anderen Nationen offen gestanden haben. Seine Bedeutung war also jedenfalls überwiegend lokaler Natur; für den ausgedehnten Welthandel der Phönizier wird die Wasserstraße gar nicht, für den bescheideneren Welthandel der Ägypter nur in beschränktem Umfang jemals in Betracht gekommen sein. Die phönizischen Indien-, Ophir- und Sabafahrten können ja nur vom Persischen Golf und vom Roten Meer ausgegangen sein, insbesondere vom letzteren. Die Fahrt um ganz Arabien herum war keine auffällige Leistung. Benutzte doch Ptolemäos II. Philadelphos (284—274 v. Chr. Geb.) diesen Weg sogar gelegentlich seines Kriegszugs gegen Persien. Die Fahrt vom Roten Meer nach Indien folgte viele Jahrhunderte lang vollständig dem Lauf der Küsten. Im Roten Meer ist die Segelschiffahrt bekanntlich stets besonders schwierig gewesen. Mühsam tasteten sich die Fahrzeuge von einem Hafen zum anderen und brauchten oft genug Monate, ehe sie in den Golf von Aden und den freien Ozean mit seinen besseren Windverhältnissen einzulaufen vermochten. Alsdann mußte die Fahrt um das südliche und östliche Arabien herum, stets in der Nähe der schützenden Küste, in weitem Bogen das ganze Arabische Meer umfahren. So wird die Reise vom nördlichen Roten Meer bis zur Malabarküste wohl in der Regel nicht viel weniger als ein Jahr Zeit beansprucht haben. Die Phönizier mögen bei ihren Indienfahrten schon den Monsun zur Reise übers freie Meer benutzt haben, doch ist diese Kenntnis später wieder verlorengegangen und mußte dann neu von den Griechen entdeckt werden: erst seit dem ersten vorchristlichen Jahrhundert ergab sich für sie aus der Ausnutzung der Monsunwinde die Möglichkeit einer wesentlichen Abkürzung der Indienfahrten. Diese spielten sich in der Zeit um Christi Geburt nach dem Periplus folgendermaßen ab\*\*):

„Anfang Juli fuhren die Schiffe von Berenike an der ägyptischen Küste mit östlichem Kurse ab, erreichten in etwa 30 Tagen Ocelis vor Bab el Mandeb, und von da führte sie der Monsun über die offene See in 40 Tagen bis nach Indien. Nachdem sie in verschiedenen Häfen Ladung genommen, traten die Schiffe im Dezember mit Nordostwind die Rückreise an bis Aden und fuhren dann nach Eintritt des Südwindes nach Berenike zurück.“

Zu dieser Zeit war Alexandrien der Hauptträger des Seeverkehrs im Indischen Ozean, Alexandrien, das, vom großen Alexander gegründet, gewissermaßen die Erbschaft des von Alexander zerstörten Tyrus übernahm. Dennoch mußte Alexandrien gerade im Indischen Ozean die alten Verkehrswege größtenteils neu entdecken, denn die phönizische Seeherrlichkeit war längst im Niedergang begriffen, und der Weg nach Indien muß bereits um die Mitte des ersten vorchristlichen Jahrtausends lange Zeit hindurch fast ganz verödet gewesen sein. Andernfalls wäre es unbegreiflich, daß der große Darius, der das ganze Gebiet vom Nil bis zum Indus unter seinem Szepter vereinigte und somit einen heutigen britischen Herzenswunsch verwirklicht hatte, im Jahre 515 v. Chr. Geb. eine eigene Expedition unter Skylax\*) aussandte, um den Seeweg von der Indusmündung zum Roten Meer vollkommen neu zu erforschen.

In der Folgezeit dürften die griechischen Handelsleute, von denen ein großer und besonders wagemutiger Bruchteil in Alexandrien ansässig war, den Verkehr nach der Malabarküste Indiens vom Roten Meer her dauernd gepflegt haben. Die Reise war aber noch sehr weit und erforderte im allgemeinen wohl mindestens eine zweijährige Abwesenheit, da die Schiffe allen Ausbuchtungen des Weltmeeres folgen mußten, um die Küste nicht aus den Augen zu verlieren. Im ersten vorchristlichen Jahrhundert führte jedoch der Grieche Hippalos eine sehr bedeutende und epochemachende Neuerung ein: er wagte es zum ersten Male seit der Zeit der Phönizier, sich an der Südspitze Arabiens dem Südwestmonsun zu überlassen und sich von ihm quer durch das Arabische Meer in gerader Fahrt nach Indien tragen zu lassen. Das Wagnis glückte und wurde nun, da es sich auch in der Folge als zuverlässig erwies, des öfteren wiederholt, denn der erzielte Vorteil erwies sich als sehr bedeutend: war es doch nunmehr möglich, im

tum“, Heft 88 der Sammlung „Meereskunde“, Berlin 1914, S. 15.

\*) Letronne, „Observations historiques et géographiques sur le periple, attribué à Skylax“, Paris 1826; Niebuhr, „Über das Alter des Küstenbeschreibers Skylax“ in den „Kleinen historischen und philologischen Schriften“, Bd. I, Bonn 1828.

\*) Herodot II, 44.

\*\*\*) Vgl. Aug. Koester, „Die Nautik im Alter-



Laufe eines und desselben Jahres die Fahrt von der ägyptischen Küste des Roten Meeres nach Indien und wieder zurück auszuführen! Damit war Indien dem europäischen Handel mit einem Schlage sehr viel näher gerückt, und es mochten nunmehr wagemutige Abenteurer eher einmal auf den Gedanken kommen, der bis dahin sowohl den phönizischen wie den griechischen Seefahrern ganz fern gelegen zu haben scheint, festzustellen, was es jenseits der Südspitze Indiens und jenseits von Ceylon zu erforschen und zu erhandeln gab. Ceylon war für die geographische Kenntnis der Mittelmeervölker bis in die Zeit Christi hinein gewissermaßen das Ende der Welt, und seine verkehrsgeographische Stellung entsprach ungefähr im Osten der Rolle, die im Westen die Säulen des Herkules einnahmen.

Wenn Hippalos den kühnen Versuch machte, den Monsun zur Abkürzung der Indienfahrt auszunutzen, wenn dann schon 100 Jahre später griechische Seeleute über Ceylon hinaus tief in den unbekanntesten Osten vordrangen, so hat man ein Recht, anzunehmen, daß diese Bahnbrecher nicht völlig auf selbstgefundenen Wegen wandelten, sondern daß sie gewissen älteren Spuren folgten, deren Kenntnis ihnen ein freundlicher Zufall vermittelt haben mag.

Es kann nämlich kaum einem Zweifel unterliegen, daß zur selben Zeit, da Hippalos seine erste Monsunfahrt unternahm, bereits ein Seeverkehr zwischen nicht-europäischen Völkern über die ganze Breite des Indischen und einen Teil des Stillen Ozeans hinweg bestand. Wir können dies bereits aus einem Bericht des Plinius schließen, wonach der Anführer einer aus Ceylon in Rom eintreffenden Gesandtschaft, Rachias, angab, daß sein eigener Vater in China gewesen sei, und daß ein regelmäßiger Handelsverkehr zwischen Ceylon und China bestand\*).

Näheres hierüber erfahren wir aus einem Funde neuester Zeit. In altchinesischen Quellen wird ein Land Huangtschi erwähnt, mit dem China schon im ersten vorchristlichen Jahrhundert einen regen Handel trieb. Nach den grundlegenden Studien Albert Herrmanns\*\*) kann es als erwiesen gelten, daß dieses Land Huangtschi das heutige Abessinien einschließlich Erythraa, war und daß Huangtschis Haupthafen Adulis etwa an der Stelle des heutigen Massaua lag. Dahingestellt muß es bleiben, inwieweit die wagemutigen Sabäer, die mit Abessinien eifrigen Handelsverkehr pflogen und ums Jahr 500 v. Chr. Geb.

dasselbst Siedelungen ins Leben riefen\*), die Anreger und Vermittler dieses eigenartigen Handels gewesen sind. Wir können nur feststellen, daß im ersten vorchristlichen Jahrhundert, wo uns die überraschenden Verkehrsbeziehungen zwischen Abessinien und China erstmalig gleich auf einer ziemlich hohen Stufe der Vollkommenheit entgegentreten, Handelsbeziehungen zwischen beiden Ländern bestanden, die durch fremde Seeleute vermittelt wurden. Diese Seeleute führten nach China in der Hauptsache Gold, Edelsteine und Perlen sowie Horn und Glas ein, und der Hauptartikel, den sie dort einhandelten, war die von alters her so überaus beliebte und teuer bezahlte Seide. Herrmann kommt zu dem Schluß\*\*), daß diese seetüchtigen Handelsleute, über deren Nationalität wir nichts weiter erfahren, nur Sabäer gewesen sein können, und ich möchte mich dieser Meinung mit allem Nachdruck anschließen. Es ist tief bedauerlich, daß wir über die erstaunlichen Leistungen der Sabäer zur See so gut wie nichts wissen, daß wir sie nur ahnen können auf Grund gelegentlicher Erwähnungen bei fremden Völkern. Es scheint aber durchaus so, als ob die Sabäer im Indischen und später auch im Stillen Ozean genau dasselbe leisteten, wie die Phönizier im Mittelmeer und im Atlantischen Ozean. Was die Phönizier für die Weltkultur bedeuteten, das erfahren wir staunend aus griechischen Quellen; die Sabäer haben ihren „Homer“ nicht gefunden, und nur einzelne überraschende Schlaglichter fallen auf ihr Wirken und Schaffen. Soviel ist aber anscheinend klar: wenn seit dem ersten vorchristlichen Jahrhundert die Kenntnis der Römer von den Ländern im fernen Osten sich erstaunlich schnell und gründlich vermehrt hat, so haben ihnen die kühnen Fahrten der Sabäer erfolgreichst vorgearbeitet. Die Sabäer pflegten ihren Handel und ihre Seeschifffahrt noch bis in die römische Kaiserzeit hinein; ein jähes Ende fand ihr Wirken erst ums Jahr 24 n. Chr. Geb., als die Römer den sabäischen Haupthafen Adana eroberten und zerstörten\*\*\*). Das meiste, was sie geleistet haben, bleibt unserer Kenntnis entrückt. Die gelegentlichen Erwähnungen in der altisraelitischen und ägyptischen, der griechischen und römischen Literatur geben uns ein höchst unvollständiges Bild, und wir würden über das Gebiet der leeren Vermutungen überhaupt nicht hinauskommen, wenn nicht vor wenigen Jahren eben jener alte, von Alb. Herrmann benutzte chinesische Bericht entdeckt und bekannt gegeben worden wäre†).

\*) Stuhlmann, a. a. O., S. 11.

\*\*) a. a. O., S. 560.

\*\*\*) Th. Mommsen, „Römische Geschichte“, Bd. V, 6, S. 604, Berlin 1909.

†) 28. Kapitel der Annalen der Han-Dynastie (Ts'ien Han-schu) in „T'oung Pao“, 1912, S. 457—459.

\*) Plinius, nat. hist. 6, 88.

\*\*) Alb. Herrmann, „Ein Seeverkehr zwischen Abessinien und Südchina bis zum Beginn unserer Zeitrechnung“ in der Zeitschrift der Berliner Gesellschaft für Erdkunde, 1913, S. 553 ff.



Nach diesem Bericht kamen unter der Handynastie (206 v. Chr. bis 24 n. Chr. Geb.) regelmäßig fremde Kaufleute nach den südchinesischen Häfen, die ums Jahr 220 v. Chr. Geb. von den Chinesen erobert worden waren. Von einem fernen Königreich Huangtschi fuhren sie in achtmonatiger Seereise nach Pitsung\*), von dort in zwei Monaten nach Hsianglin und in einem weiteren Monat nach Jinan, während der Rückweg von China zunächst nach dem fünf Monate entfernten Tuyüan genommen wurde, von wo man in viermonatiger Reise zum Königreich Ilumo und in 20 weiteren Tagen nach Schön-li reiste, um schließlich von hier auf zehntägigem Landmarsch zum Königreich Fukantulu und in zwei weiteren Monaten nach Huangtschi zu gelangen. — Nach derselben chinesischen Quelle fanden die Chinesen an den ihnen aus Huangtschi zukommenden Waren so großen Gefallen, daß sie unter Kaiser P'ing (1—6 n. Chr. Geb.), wahrscheinlich im Jahre 2 unserer Zeitrechnung, eine mit reichen Geschenken beladene Gesandtschaft zum Herrscher von Huangtschi schickten, die nach verhältnismäßig nur kurzer Abwesenheit von etwa 2 Jahren mit wertvollen Gegengaben und — einem lebenden Rhinoceros heimkehrte. Diese höchst wichtige Seefahrt, von der bisher gar nichts bekannt war, ist die erste direkte Seefahrt der Chinesen in weit westlich gelegene Länder gewesen, und sie fand bereits zu einer Zeit statt, da die griechische Schifffahrt über die Malabarküste Vorderindiens und allenfalls über die stets halb sagenhaft gebliebene Insel Taprobane = Ceylon noch nicht ostwärts hinaus gelangt war.

(Schluß folgt.) [2018]

## RUNDSCHAU.

(Altes und Neues über das Emporsteigen des Wassers in den Pflanzen.)

(Schluß von Seite 654.)

Trotzdem verdient der Grundgedanke der Anschauung, daß die lebenden Zellen in irgendeiner Weise am Saftsteigen beteiligt seien, ernste Beachtung. Er hat diese Anerkennung im Laufe der Zeit auch reichlich gefunden, besonders, seitdem sich Schwendener, der Begründer der mechanischen Forschungsrichtung in der Botanik, auf seine Seite stellte.

Wie Schwendener durch eingehende Un-

\*) Nach Al b. H e r r m a n n s einleuchtender Beweisführung dürften sein:

Huangtschi = Abessynien

Pitsung = Besynga an der Mündung des Saluen

Hsianglin = Gegend von Tourane

Jinan = nördl. Annam

Tuyüan = Katurgrama = Pentapolis = Chittagong,

östlich der Gangesmündung

Ilumo = Ceylon.

tersuchungen zeigen konnte, besteht der Inhalt der Leitungsbahnen nur zur Zeit der größten Saftfülle unserer Bäume ausschließlich aus Wasser. Unter gewöhnlichen Verhältnissen führen die Gefäße und Tracheiden neben dem Wasser auch Luft. Auf ein Wassersäulchen folgt eine Luftblase, darauf wieder ein Wassersäulchen usw. Man nennt das Ganze eine Wasser-Luft-Kette, dem französischen Physiker Jamin zu Ehren Jaminsche Kette. Bei unseren Laubbäumen sind die Luftblasen der Jaminschen Kette im Durchschnitt 0,33 mm, die mit den Luftblasen abwechselnden Wassersäulchen nur ungefähr 0,14 mm lang. Je eine Wassersäule und eine Luftblase erfordern also zusammen eine Röhrenlänge von 0,5 mm. Die eingeschlossene Luft weist verschiedene Spannungszustände auf. Das ergibt sich schon aus dem bald sehr energischen, bald sehr schwachen Saugen frischer Schnittflächen bei der Berührung mit Wasser. Im allgemeinen geht die Luftverdünnung bis zu  $\frac{1}{3}$  Atmosphäre; nur selten werden Werte von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  Atmosphäre erreicht.

Auf Grund eingehender Berechnungen und Erwägungen über das Verhalten der Jaminschen Ketten nimmt Schwendener an, daß die durch die Transpiration der Blätter bedingte Saugwirkung in der Regel auf die dünneren Äste der Bäume beschränkt bleibt und nur selten über die Basis der Krone herabreicht. Da nun die Druckwirkung von unten (Kapillarität, Blutungsdruck und Druck der äußeren Luft) bei unseren Laubbäumen nur wenige Meter über die Erdoberfläche hinaufreicht, „so kann die Bewegung der Jaminschen Kette in demjenigen Teile des Stammes, welcher zwischen den bezeichneten Grenzen liegt, nur durch Kräfte bewirkt werden, welche im Stamme selbst ihren Sitz haben“. Diese Betriebskräfte sollen die lebenden Zellen des Holzes liefern. Danach wäre also das Saftsteigen kein physikalischer Vorgang, sondern ein Lebensvorgang. Offen bleibt dabei vorläufig die Frage, in welcher Weise die lebenden Zellen in den Vorgang eingreifen.

Um die Frage nach der Beteiligung lebender Zellen an der Wasserbewegung endgültig zu entscheiden, hat man später mehrfach Versuche mit Pflanzen angestellt, deren Achsenorgane ganz oder auf eine gewisse Strecke hin abgetötet wurden. Zu einer gewissen Berühmtheit sind die in dieser Richtung angestellten Versuche Strasburgers gelangt. Strasburger stellte abgeschnittene Baumstämme in giftige Lösungen von Kupfervitriol und Pikrinsäure. Obwohl dadurch die lebenden Zellen des Holzkörpers absterben mußten, stieg die Flüssigkeit bis zu 20 m Höhe und gelangte so bis in die transpirierende Krone.

Die Versuche scheinen auf den ersten Augen-



blick durchaus beweiskräftig zu sein. Aber auch nur auf den ersten Augenblick. Kein Geringerer als Pfeffer sagt darüber: „Doch ist in diesen Versuchen (Strasburgers) nicht die ausreichende Umsicht und Kritik angelegt, durch welche sie allein beweiskräftig werden könnten. Übrigens hat Strasburger nicht versucht, durch geistige Verarbeitung seines Materials das Zustandekommen der Wasserbewegung kausal aufzuklären.“ Das ist ein sehr hartes Urteil.

Schwendener macht auf zwei Fehler der Strasburgerschen Versuchsanstellung aufmerksam. Der eine Fehler besteht nach ihm darin, daß durch das Eintauchen der abgeschnittenen Bäume in die Flüssigkeiten zusammenhängende Flüssigkeitssäulen innerhalb der Gefäße entstehen, die unter normalen Verhältnissen nicht vorkommen (vgl. oben!). Der andere Fehler liegt in der Voraussetzung, daß der Luftdruck das Wasser nicht über 10 m emporheben könne. Das ist nur richtig für zusammenhängende Wassersäulen, gilt aber nicht in allen den Fällen, wo die Wassersäulen nach oben in eine Jaminische Kette übergehen. In einem solchen Falle hängt die Steighöhe von der Länge der Glieder ab, aus denen die Kette besteht. Den Strasburgerschen Versuchen ist also eine Beweiskraft gegen die Hypothese von der Mitwirkung lebender Zellen beim Saftsteigen nicht zuzuerkennen.

Einwandfrei scheinen dagegen eine Anzahl Versuche Ursprungs zu sein. Bei ihnen blieben die Zweige am Stamm, so daß sich die Wasserbewegung unter normalen Verhältnissen weiter vollziehen konnte; das Abtöten erfolgte mit Hilfe von heißem Wasser oder von Wasserdampf nur auf eine gewisse Strecke hin. Anstatt die lebenden Zellen des Holzkörpers abzutöten, hat sich der Autor auch damit begnügt, die Tätigkeit dieser Zellen auszuschalten. Das geschah z. B. durch Anwendung von Äther und durch starke Abkühlung.

In allen Fällen ergab sich, daß die Zweige allmählich verdorren. Das Verdorren erfolgte langsam, wenn die tote bzw. ausgeschaltete Zone nur kurz war, verhältnismäßig rasch, wenn sie eine größere Ausdehnung besaß. Die Einwände, daß das Absterben auf Verstopfung der Leitungsbahnen oder auf Gifte zurückzuführen sei, die in den abgetöteten Zonen entstehen und mit dem Wasserstrom in die Blätter gelangen sollten, konnte Ursprung als unbegründet widerlegen. Die Ausschaltung der lebenden Zellen, die sich innerhalb der Leitungsbahnen befinden, wirkt also hemmend auf die Wasserbewegung ein.

In mancher Hinsicht abweichend vollzieht sich das Saftsteigen bei den Nadelhölzern. Während die Luftblasen, die sich in den Gefäßen der Laubbäume vorfinden, an der Bewegung des Wassers teilnehmen, rücken sie in den Tracheiden

der Nadelhölzer nicht von der Stelle. Daher quillt beim Bluten eines Nadelholz-Baumstumpfes meist nur Saft ohne alle Luftblasen hervor. Die Luftblasen der Tracheiden mögen sich je nach den Druckverhältnissen oder infolge von Temperaturschwankungen vergrößern oder verkleinern; in keinem Falle bewegen sie sich fort. Schwendener hat sie darum treffend mit Inseln verglichen, die von Wasser umflossen werden.

Bei genügender Saftfülle bilden die Bahnen, in denen sich das Wasser bewegt, ein ununterbrochenes Netzwerk. In dem Netzwerk hat die Bewegung von unten nach oben einmal die Reibungswiderstände der eingeschalteter Tracheiden-Membranen, zum anderen den hydrostatischen Gegendruck des Wassers zu überwinden. Die Bewegung des Wassers ist nur möglich, wenn zusammenhängende Wasserfäden vorhanden sind. „Sobald der Luftgehalt des Gewebes in solchem Maße zunimmt, daß das Maschenwerk der Fäden durch Diaphragmen von Luftblasen in isolierte Teilstücke zerlegt wird, hört die Beweglichkeit auf und kann dann nur durch Steigerung des Wassergehaltes wiederhergestellt werden.“ (Schwendener.)

Eine ernste Gegnerschaft ist der Hypothese über die Mitwirkung lebender Zellen beim Saftsteigen neuerdings durch eine Hypothese entstanden, die auf der Kohäsion des Wassers beruht und deshalb Kohäsions-Hypothese heißt. Sie hat Versuche Askenasy zum Ausgangspunkt. Askenasy füllte ein mehr als meterlanges Trichterrohr, dessen Trichter durch eine poröse Gipsplatte verschlossen oder mit Gips vollständig angefüllt war, mit luftfreiem Wasser und stellte den Apparat in eine Schale mit Quecksilber. Während das Wasser durch die Gipsplatte verdunstete, stieg das Quecksilber in der Röhre empor. Das Merkwürdige an dem Versuche war nun, daß die erzielte Steighöhe den jeweiligen Barometerstand wesentlich übertraf. So erzielte Askenasy z. B. bei einem Barometerstand von 762 mm ein Steigen des Quecksilbers bis zu einer Höhe von 820 mm, bei einem Luftdruck von 753 mm eine Höhe der Quecksilbersäule in dem Steigerrohr von 890 mm.

Hulett hat später den Gipsblock durch eine poröse Porzellanplatte ersetzt, in der sich eine Niederschlagsmembran von Ferrozyankupfer befand. Dadurch wurde die Luftdurchlässigkeit stark herabgesetzt, und dementsprechend stieg das Quecksilber noch höher. Bei einem Barometerstande von 744 mm beobachtete Hulett eine Steighöhe von 1111 mm.

Die Versuchsergebnisse scheinen dem bekannten Torricellischen Grundversuch über die Größe des Luftdrucks vollständig zu widersprechen. Es fragt sich also: Wie erklären sie sich?



Würde man ein mit Luft gefülltes Rohr nehmen und an Stelle des verdunstenden Gipsblocks eine Luftpumpe saugen lassen, so könnte das Quecksilber nur bis zur Höhe des Barometerstandes steigen, und am oberen Ende der Röhre müßte ein luftleerer Raum entstehen. Zur Bildung eines luftleeren Raumes in den Askenasyschen Versuchen wäre es nötig, daß die Adhäsion zwischen Wasser und Gips oder die Kohäsion der Wasserteilchen überwunden würde. Daß es sich bei der Adhäsion des Wassers an benetzbaren Körpern um gewaltige Kräfte handelt, war seit langem bekannt. Dagegen wurde die Kohäsion des Wassers bis vor kurzem ganz bedeutend unterschätzt. Sie soll nach den neuesten Untersuchungen Dixons nicht weniger als 150 Atmosphären betragen. Ob das den Tatsachen entspricht, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls muß man mit einer Kohäsion von vielen Atmosphären rechnen. Danach müßte also an einen verdunstenden Gipsblock eine Wassersäule von Hunderten von Metern angehängt werden können, wenn nur keine Luft durch den Gips hindurchzutreten vermag. Auch ein gewisser Gehalt von gelöster Luft beseitigt die Kohäsion nicht sofort; sehr groß darf er aber jedenfalls nicht sein.

Benutzt man nun statt des Trichters mit der porösen Porzellanplatte in dem Hulettischen Apparat eine Tonzelle, in die die Niederschlagsmembran von Ferrozyankupfer eingelagert ist, so bietet ein solcher Apparat eine große Ähnlichkeit mit den in der Pflanze gegebenen Verhältnissen. Der Tonzelle entspricht eine Parenchymzelle des Blattes, der Glasröhre ein Gefäß. Die Vertreter der Kohäsionshypothese nehmen nun weiter an, daß das durch die Transpiration der Blattzellen verlorene Wasser in den Gefäßen in der gleichen Weise nachströmt wie in der Glasröhre des Askenasyschen Apparates. Danach ist also die Kohäsion des Wassers nicht eine bewegende, sondern nur eine haltende Kraft. Die Bewegung selbst erfolgt durch die Saugkraft der Blattzellwände.

Neuerdings hat besonders Renner versucht, die Kohäsionshypothese auszubauen. Er konnte auf Grund von Versuchen, die an abgeschnittenen und welkenden Zweigen angestellt wurden, Saugkräfte der Zellen von 10 bis 20 Atmosphären errechnen. Wenn sich nachweisen ließe, daß solche Saugkräfte auch in unverletzten Bäumen herrschen, ohne daß die Blätter welken, dann würde das stark für die Kohäsionshypothese sprechen. Einstweilen fehlt es aber noch an einem solchen Beweise.

Auf der anderen Seite liegt eine ganze Reihe von Bedenken gegen die neue Hypothese vor. Das wichtigste Bedenken besteht darin, daß unter normalen Verhältnissen Jaminische Ketten und keine kontinuierlichen Wasserfäden in

den Gefäßen vorhanden sind. Damit fehlt aber die Voraussetzung für eine Kohäsionswirkung des Wassers, wie sie die beschriebenen Versuche fordern.

Mehr ist über die bei der Wasserbewegung in den Pflanzen wirksamen Kräfte zur Zeit nicht bekannt. So harrt noch eine Fülle ungelöster Einzelfragen des Moments, in dem die letzte Hülle fällt, die uns den genauen Einblick in den für das Verständnis des Pflanzenlebens so wichtigen Vorgang behindert. Vorläufig überspannen noch Hypothesen die Lücken, die die experimentelle Forschung offenlassen mußte. Künftige Arbeiten über das Saftsteigen finden daher noch große Aufgaben vor. Dr. phil. O. Damm. [2676]

## SPRECHSAAL.

Warum erscheint die Sonne größer beim Untergang? Zu dem Aufsatz im *Prometheus*, Jahrg. XXVIII, Nr. 1434 S. 461, fand ich zufällig eine einfache experimentelle Bestätigung, durch welche die von Prof. Dr. A. Mayer gegebene Erklärung besonders augenfällig bewiesen wird. Sieht man einige Sekunden, ohne die Augen zu bewegen, auf einen bestimmten Punkt einer dunklen Fläche auf hellem Grunde, z. B. auf eine fettgedruckte Zahl, und darauf schnell auf einen Punkt einer weißen Fläche im gleichen Abstand, so erscheint auf dieser eine ebenso große helle Fläche auf dunklerem Grund. Es ist dies die bekannte Erscheinung des negativen Nachbildes. Der Versuch gelingt leicht, wenn man nur die Augen fest auf einen bestimmten Punkt einstellt. Auf der Netzhaut des Auges entsteht an der Stelle, die längere Zeit vom Bild der dunklen Fläche bedeckt war, eine größere Lichtempfindlichkeit als an den hell beleuchteten Stellen. Infolgedessen erscheint die dunkle Fläche auf der weißen als helles Bild. Ist die weiße Fläche näher am Auge als die fixierte dunkle, so erscheint das negative Nachbild kleiner, ist sie weiter entfernt, größer als das Original, obgleich in jedem Falle die weiße Fläche lediglich zur gleichmäßigen Beleuchtung der Netzhaut dient und mit dem Bild selbst gar nichts zu tun hat. Der auf der Netzhaut erzeugte lichtempfindlichere Fleck ist stets von gleicher Größe. Uns erscheint also ein Bild von gleicher Größe um so größer, je größer der Abstand seines Ursprungs erscheint, ohne daß eine Veränderung des Bildwinkels eintritt. Dies beruht auf unserer Übung im Größeschätzen. Betrachtet man z. B. eine Fläche, die halb so groß ist wie eine in doppelter Entfernung befindliche, so wird die kleine Fläche kleiner erscheinen, obgleich ihr Bild auf der Netzhaut ebenso groß ist wie das der doppelt so großen.

Hieraus geht hervor, daß uns der Mond und die Sonne viel größer am Horizont erscheinen, weil wir ihre Entfernung größer schätzen als hoch am Himmel. Jeder Mensch hält übrigens den Mond und die Sonne für größer als sie erscheinen. Es ist überraschend, daß ein Pfennigstück in der ausgestreckten Hand ein doppelt so großes Bild ergibt wie der Mond. Selbst wenn man diese Tatsache kennt, kann man sich beim Betrachten des Mondes unmöglich vorstellen, daß er von einem Pfennigstück noch in  $1\frac{1}{2}$  m Entfernung vom Auge vollständig überdeckt wird.



Ogleich es nicht hierher gehört, sei auf weitere Wirkungen der positiven und negativen Nachbilder hingewiesen. Eine abwechselnd mit weißen und dunklen Platten belegte Fläche erzeugt ein unangenehmes Flimmern vor den Augen, das empfindlichen Personen den Aufenthalt auf einer solchen Fläche, besonders bei heller Beleuchtung, sehr unangenehm macht. Es entstehen nämlich überall negative Nachbilder. Derartige Plattenbeläge mit starken Kontrasten sind daher nicht zu empfehlen.

Auch der Heiligenschein könnte als negatives Nachbild erklärt werden. Sieht man bei einer Person mit schwarzem Haar, die vor einer hellen Wand steht, kurze Zeit starr auf das Haar und richtet man dann den Blick dicht über den Kopf nach der Wand, so erscheint dort ein heller, runder Schein in Form des Haares. Dipl.-Ing. H. F. Zschocke. [2654]

**Ein mathematisches Paradoxon** (der Kettenbruch für  $\sqrt{2}$ ). Zur Einführung in das Problem diene folgende Erinnerung an Gelerntes und vielleicht Vergessenes!

Wenn ich zwei verschieden lange Stäbe habe, so bin ich sehr wohl in der Lage, ohne besonderen Maßstab dieselben zu vergleichen und aneinander zu messen. Ich lege den kürzeren Stab an den längeren; er möge einmal darin enthalten sein und einen Rest lassen, der natürlich kleiner ist als er selbst. Jetzt messe ich mit diesem Rest den kürzeren Stab; er möge zweimal darin enthalten sein und seinerseits einen Rest lassen! Dieser zweite Rest möge in dem ersten genau viermal enthalten sein. So verläuft die Sache z. B. bei zwei Stäben von genau 13 und 9 m Länge, denn dem Messungsvorgang entspricht der Kettenbruch

$$1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{4}} = 1 + \frac{4}{9} = \frac{13}{9}$$

Nun das Paradoxon!

Die Diagonale des Quadrates, durch die Seite = 1 gemessen, ist bekanntlich = 1,4142... mit unendlich vielen Dezimalstellen, also eine irrationale Zahl.

Ich kann mit diesen Längen genau so verfahren wie in dem eben erwähnten Falle und finde dann als Kuriosum, daß jeder Rest im vorhergehenden nur zweimal enthalten ist und wieder einen Rest läßt — usque ad infinitum.

Arithmetisch behandelt, sieht die Sache so aus:

1 : 1,4142	1	
1,0000	10000	2
4142	8284	
1716	3432	4142
710	1420	1716
		1420

usw.

Der Kettenbruch ist offenbar

$$1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2}}}} \text{ usw.}$$

Dem gesunden Menschenverstand leuchtet das bald ein. Der Anfang  $1 + \frac{1}{2}$  ist = 1,5, mithin zu groß! Durch die weiteren durchaus gleichmäßig angehängten und gleichen Glieder wird der Bruch

stetig kleiner und nähert sich als unendlicher Kettenbruch dem Werte 1,4142.

Der gesunde Menschenverstand ist beruhigt und schon bereit, das Problem beiseite zu legen, da kommt ihm der Einfall, eine Probe zu machen, um auch die Befriedigung zu genießen, seine Voraussetzung schwarz auf weiß bewiesen zu sehen!

Er vergleicht also die drei Kettenbrüche

$$1 + \frac{1}{2}, \quad 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2}}, \quad 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2}}}$$

auf ihre Größe, indem er sie in gewöhnliche Brüche umformt und diese in Dezimalbrüche verwandelt. Die gewöhnlichen Brüche sind:  $\frac{3}{2}$ ,  $\frac{7}{5}$ ,  $\frac{17}{12}$ ; die Dezimalbrüche: 1,5, 1,4, 1,4166!

Der zweite Bruch ist schon zu klein geraten, der dritte kompensiert den Fehler, wird aber dabei wieder zu groß, und so geht die Sache weiter, wenn man sie rechnerisch verfolgt.

Jeder Kettenbruch pendelt mit immer kleineren Schwingungen um den Endwert wie ein Pendel um seine Ruhelage! Der Kettenbruch ist eine sogenannte alternierende Reihe, wer hätte das aber gerade diesem Kettenbruch angesehen!?

Vielleicht findet sich ein Leser, der uns nun die Sache wieder in der Sprache des gesunden Menschenverstandes plausibel zu machen weiß, der uns so schmähdlich im Stich gelassen. Sch. [2666]

## NOTIZEN.

### (Wissenschaftliche und technische Mitteilungen.)

Über die chemischen Grundlagen der Blutgerinnung\*). Bei der Gerinnung des Blutes löst die Natur das Problem, einen flüssigen Körper binnen kürzester Frist in einen festen überzuführen. Die Blutgerinnung beruht im wesentlichen auf einer Ausfällung von Eiweißkörpern; aus dem im Blute gelösten Fibrinogen entsteht das Fibrin, eine feste, faserige Masse, die Blutzellen und Blutflüssigkeit einschließt und die Grundsubstanz des Koagulums bildet, das bei Verwundungen die Gefäße verstopft. Über den Chemismus der Blutgerinnung wußten die älteren Theorien keine befriedigende Erklärung zu geben; neuerdings befassen sich die Untersuchungen von Klinger und Herzfeld wieder mit der Frage. Die Blutgerinnung tritt nur in Gegenwart ionisierter Ca-Salze ein. Auch gibt es gewisse Agenzien, die den Gerinnungsprozeß beschleunigen, andere, die ihn hemmen. Zu den „Aktivatoren“ gehören Wundsekrete, Organsäfte, Emulsionen von Alkoholextrakten oder anderen Lipoiden, viele Eiweißabbauprodukte und schließlich auch chemisch unwirksame Stoffe mit großen Oberflächen, wie gepulvertes Glas oder Kaolin. Fängt man das Blut statt in einem Glase in einem Gefäß auf, dessen Wände mit unbenetzbarem Paraffin ausgekleidet sind, so bleibt die Gerinnung aus; hemmend wirken außerdem gewisse Körper, die sich im Schlangengifte und im Extrakt von Blutegelköpfen finden, vor allem aber kalkfällende Salze, die das Ca in unlösliche oder schlecht dissoziierte Verbindungen überführen. Allgemein wird angenommen, daß bei der Blutgerinnung ein früher nicht vorhandener Körper auftritt, der aus dem Fibrinogen

\*) Die Naturwissenschaften 1917, S. 193.



das Fibrin ausfällt, und dessen Bildung durch die genannten Agenzien gefördert bzw. verhindert wird. Dieser hypothetische Stoff wird als „Thrombin“ bezeichnet, und die Aufdeckung seiner chemischen Natur bildet das eigentliche Diskussionsthema. Einen wichtigen Beitrag zu der Frage liefern die neuen Theorien Herzfelds über die Lösung und Fällung der Eiweißkörper. Herzfeld ist der Ansicht, daß jedes (ultramikroskopische) Eiweißteilchen aus einem festen Kern besteht, der auf seiner Oberfläche alle verschiedenen Stufen von Abbauprodukten von den höchst-zusammengesetzten Albumosen und mittleren Peptonen und Polypeptiden bis zu den niedersten Aminosäuren adsorbiert enthält. Diese Abbauprodukte sind die eigentlichen Träger der Lebensfunktionen. Da sie meist in Form von löslichen Salzverbindungen vorhanden sind, ermöglichen sie die kolloidale Lösung der Eiweißteilchen; auch an der Proteolyse sind sie beteiligt. Viele Wirkungen, die man früher den proteolytischen Fermenten zuschrieb, sind wahrscheinlich auf die lösende und abbauende Fähigkeit der Abbauprodukte zurückzuführen. Nun hat es sich auch herausgestellt, daß Eiweißabbauprodukte, wenn sie sich mit  $\text{CaCl}_2$  verbinden, wie Thrombin wirken, also die Blutgerinnung einleiten. Alle die chemisch so verschieden gearteten „Aktivatoren“ besitzen das Vermögen, Eiweiß abzubauen. Es ist daher wahrscheinlich, daß das Thrombin das Ca-Salz eines Polypeptides ist, das durch Proteolyse aus höheren Vorstufen entsteht.

L. H. [2569]

Zur Geschichte des Neandertalfundes. Mit den 1856 im Neandertal gefundenen Skelettresten haben sich so zahlreiche wissenschaftliche und populäre Abhandlungen befaßt, daß sich ein Eingehen auf ihre Deutungsgeschichte hier erübrigt. Ihr diluvialer Ursprung steht heute allgemein fest. Sehr eingehend schildert H. Obermaier die Fundgeschichte in seinem „Mensch der Vorzeit“. Immerhin dürfte es interessieren, aus einer bisher unveröffentlichten Quelle einiges über die Bergung des Fundes und seinen ersten Eindruck auf die Gelehrtenwelt zu erfahren. Dies um so mehr, als neben dem eng mit dem Neandertalfunde verknüpften Namen Fuhrrott ein bisher vergessener aus der Versenkung auftaucht. Die Publikationen Fuhrrotts sind mir leider zur Zeit nicht zugänglich, um sie mit der nachfolgenden Schilderung vergleichen zu können.

Diese entstammt den noch ungedruckten Lebenserinnerungen des rheinischen Dichters und Gelehrten Anton Wilhelm v. Zuccalmaglio (1803 bis 1869), der sich auf den verschiedensten Gebieten fruchtbringend betätigte. Wir verdanken ihm unter anderem eine große Zahl unserer schönsten Volkslieder in Wort und Weise. In den Naturwissenschaften, vor allem in der Botanik, besaß er gründliche Kenntnisse und stand mit den Fachgelehrten seiner Zeit in regem Gedankenaustausch. Durch Familienverhältnisse wurde er, als er sich gerade an der juristischen Fakultät Heidelberg habilitieren wollte, veranlaßt, Erzieher des jungen Fürsten Nicola Gortschakoff, des einzigen Sohnes des berühmten Verteidigers von Sebastopol, zu werden. Nach zehnjährigem Aufenthalt in Warschau trieb ihn Heimweh nach Deutschland zurück, wo er in der Folge noch einige Male ähnliche Erzieherstellen annahm.

Mitte der fünfziger Jahre wurde er im Hause des

bekanntem Industriellen Aders Erzieher. Hier in Elberfeld lernte er den Lehrer am Realgymnasium Dr. Fuhrrott kennen, der sich zuerst der katholischen Theologie hatte widmen wollen, dann zum Lehrfache übergegangen war. Die gemeinsamen botanischen und mineralogischen Interessen führten beide Männer enger zusammen.

„Mit Fuhrrott zusammen hörten wir, daß in der Hausklippe bei Mettmann, welche man jetzt häufiger das Neandertal nennt, ein seltsames Gerippe gefunden worden sei. Sogleich gingen wir hin und stellten den Tatbestand fest. Die Knochen bestanden aus dem oberen Teile des Schädels, den Bein- und Armknochen wie einigen Wirbeln. Sie hatten in einer der vielen Höhlen gelegen, welche noch in Kalkfelsen dieses Tales vorkommen. Die größte heißt die Neanderhöhle, weil der bekannte Dichter\*) der Reformationszeit in ihr einige Zeit sein Versteck gehabt haben soll. Im Volke aber heißt diese Höhle, wohl auf uralten Götterdienst anspielend, die Leuchtenburg. Dieser Höhle schräg gegenüber lag in engem Tale eine minder große Höhle, welche den Namen „die Althöfer Kirche“ führte, vielleicht, weil sie einmal zum Gottesdienste gedient, vielleicht, weil sie mit einer Chornische einige Ähnlichkeit zeigte. Der Boden dieser Höhle war mit Löß an einigen Stellen sieben Fuß hoch belegt, welcher, wie die Spalten des Gesteines ergaben, von oben von dem hohen Flachlande in die Höhle eingedrungen war. Seit einigen Jahrzehnten hatte man begonnen, in dem früher so engen und wilden Tale aufzuräumen, Steine zu brechen, um sie zu allerlei Hausrat, Tischplatten usw. oder zu Mörtel wie zur Schmelzzugabe der benachbarten Hochöfen zu verwenden.

So war denn nach und nach die ganze Felsenwand des linken Bachufers in Angriff genommen worden, hatte man die „Althöfer Kirche“ angegriffen, so daß damals kaum noch eine Spur von ihr zu erkennen war. Dafür waren die Felsenritzen klar sichtbar, durch welche ihr der Löß zugeführt worden war, trugen die Ritzen noch alle die gelbe Lehmfarbe.

Die Knochen waren von den Arbeitern beiseite gelegt worden, viele können aber mit dem Löß und dem kleineren Steingerölle auf den Grund des Tales geworfen worden sein, durch welches man damals zur Wegführung der Steine eine Straße erbaute. Der Schädel erinnerte mich gleich an die Schädel, welche ich in der Fürstlichen Sammlung in Sigmaringen gesehen hatte. Ich hielt die sämtlichen Knochen des Aufhebens wert, und so bepакten wir uns denn mit denselben. Nicht nur meine Jünger, ich, Fuhrrott, wir alle waren reich bepакt. Wir begegneten im Bahnhofe Herrn von Ammon, dem Oberstaatsanwalte, dem ich von meinem Funde sagte, der zuschaute und gleich einschreiten wollte. Ich bat ihn aber, keinen Schritt zu tun, da der Eigner dieser Gebirge, wenn er nicht einer früheren Schöpfungsperiode, wenigstens der Morgenröte der jetzigen angehöre. Wir lieferten getreulich den ganzen Fund in die Fuhrrottsche Sammlung ab, und ich schrieb gleich an Herrn v. Maiefisch, um die Sigmaringer Köpfe zum Vergleiche hergeliehen zu bekommen, und erhielt diese denn auch wirklich zugesandt. Wie außerordentlich mir nun aber auch jene Sigmaringer Schädel vorkommen mochten, so waren sie gegenüber dem

\*) Joachim Neander (1610—1680).



neuen Funde Menschenschädel gegenüber denen eines Affen.

Professor Schöller aus Berlin, mein Hochschulgefährte, welcher in Elberfeld Brüder hatte, diese besuchte und bei dieser Gelegenheit den Schädel sah, hielt ihn für einen Bärenschädel, gab erst zu, daß es ein Menschenschädel sei, nachdem er auch die übrigen Knochen gesehen hatte. Als wir das Geknöche mit anderen vorweltlichen Funden, z. B. der Balverhöhle, verglichen, fand ich sie mit pflanzenartigen (dendritischen) Bildungen aus Manganerz durchdrungen. Ich suchte später auf uralten Kirchhöfen unter den Knochen nach ähnlicher Bildung, aber ohne denselben zu begegnen. Die Knochen, die keinem großen, aber einem sehr stämmigen Wesen angehört haben müssen, wie die Schädelgestalt bewogen mich auf der Stelle, den Fund für einen vorsintflutlichen zu erkennen, obschon Fuhlrott sehr vorsichtig diese Erklärung umging. Die Bonner Gelehrten wollten von meiner Annahme durchaus nichts wissen; erst als Lyell, als das ganze gelehrte Ausland längst von dem Funde Kenntnis genommen und meine ursprüngliche (in der *Frankfurter Didaskalia* veröffentlichte) Behauptung bestätigt hatte, stieg die vornehme Bonner Gelehrsamkeit auch von ihrem hohen Paraderoß herunter.“

Zuccalmaglio erkannte demnach nicht nur sofort den Wert des Fundes, sondern gab ihm auch eine Deutung, die der heutigen sehr nahekommt. Wenn sich sein Name nicht wie der Fuhlrotts mit dem Neandertalmenschen verschwistert hat, so mag das — abgesehen von seiner Bescheidenheit — daran liegen, daß die eingehenden Publikationen Fuhlrotts dessen Namen in den Vordergrund treten ließen. Dr. Adolf H. Braun. [2614]

Zur Lehre von den Schmuckfarben. Aus physiologischen und physikalischen Gründen kommt Heß\*) zu dem Schluß, daß die bisherige Ansicht, die bunten Farben dienten nur zum Schmuck, nicht aufrechterhalten werden kann.

Die lebhaftesten Farben im Tierreich finden wir außer bei den Schmetterlingen wohl bei den Vögeln. Hier nimmt gerade die blaue Farbe bei den Tropenvögeln eine hervorragende Stellung ein. Nun hat aber Heß nachgewiesen, daß die Tagvögel Blau nicht sehen, sie sind blaublind. Ein blauer Vogel erscheint ihnen also schwarz oder dunkelgrau. Wenn demgegenüber darauf hingewiesen wird, daß diese Farben doch nur durch Zuchtwahl, indem sie also gesehen worden sind, entstanden sein können, so ist daran zu erinnern, daß z. B. viele Wurzeln lebhaft gefärbt sind, die doch nicht gesehen werden. Auch die Farbenpracht des herbstlichen Laubes kann doch nicht den Zweck haben, gesehen zu werden. Bei den Säugern, die die Farbe ähnlich sehen wie wir, und für die daher Schmuckfarben am meisten Zweck hätten, kommt sie fast gar nicht vor. Dagegen sind die am prächtigsten gefärbten Tiere, die Schmetterlinge, total farbenblind. Auch bei den Wassertieren kommen vielfach bunte Farben vor. Die Zierfischpflege hat ja in den letzten Jahrzehnten einen gewaltigen Umfang angenommen eben wegen der Schönheit der Objekte. Aber diese Schön-

heit haben sie nur für unser Auge, und auch nur dann, wenn wir sie im Aquarium halten. Im freien Wasser verblasen die Farben schon in geringer Tiefe. In 4 m Tiefe erscheint dem normalen menschlichen Auge ein leuchtendes Rot nur noch braungrau; bei 11 m erscheint ein sattes Gelb nur ganz matt, und bei 13 m Tiefe ist überhaupt keine Farbe mehr zu erkennen. Diese Zahlen gelten für das klare Wasser im Golf von Neapel. Bei trübem Wasser ist die Grenze der Wahrnehmbarkeit natürlich noch geringer. Damit ist auch die poetische Annahme eines Blumengartens auf dem Meeresgrunde widerlegt, da gerade die farbenprächtigsten Seetiere in einer Tiefe leben, in der sie dem menschlichen Auge farblos erscheinen würden. So hat Chun aus einer Tiefe von 400—600 m Seeanemonen geholt, von denen er schreibt: „Wir waren erstaunt über die Pracht der teilweise blutrot gefärbten Seeanemonen...“ Bei Korallen der Tiefsee spricht er von orange, korallenrot und weißlich gefärbten Polypen. Die Korallenstöcke schillerten in goldigem Metallglanze. Als Schmuckfarben haben die bunten Töne bei diesen Tieren ja keinen Wert, wohl aber könnten sie, wenigstens in der Nähe der Oberfläche, als Warnfärbung dienen. Aber auch diese Annahme muß man fallen lassen, denn nach den Untersuchungen von Heß gleicht der Farbensinn der Fische dem des total farbenblinden Menschen. Auch die Lehre von der Schutzfärbung (daß z. B. Fische die Farbe der Korallenstöcke zeigen, zwischen denen sie leben) kann nach diesen Beobachtungen in ihrem bisherigen Umfange nicht mehr aufrechterhalten bleiben.

Welchen Zweck haben nun aber die Farben? Wir müssen da gestehen, daß wir darüber nichts wissen; bisher wissen wir nur, wozu sie nicht da sind. Für die biologischen Wissenschaften ergibt sich hier noch eine dankbare Aufgabe. Hey. [2628]

Die Stadt ohne Rauch. Die Forschungen der letzten Jahre haben uns so eindringlich vor Augen geführt, wie vielfache Schäden Rauch und Staub bewirken, daß man immer nachdrücklicher darauf hinarbeitet, die Rauch- und Rußproduktion zu vermindern und nach Möglichkeit ganz zu vermeiden. Als Idealzustand in dieser Beziehung muß die Verwendung elektrischer Energie an Stelle von Kohle, Holz, Gas und anderen Feuerungsmitteln gelten, deren allgemeine Einführung vorderhand allerdings noch an der Kostenfrage scheitert. Immerhin gibt es bereits ein ganzes Städtchen, das dieses Ideal verwirklicht hat: die Gartenstadt Dumbreck in der Nähe von Glasgow (Schottland). Schon rein äußerlich tut sich die Besonderheit des Ortes durch das völlige Fehlen von Kaminen auf den Hausdächern kund. Und eine nähere Untersuchung zeigt, daß jedes der Häuser — es handelt sich um Einfamilienhäuser mit durchschnittlich sechs Zimmern — nicht nur elektrische Beleuchtung und elektrische Küche, sondern auch elektrische Heizung besitzt. Diese Elektrifizierung des ganzen Städtchens hat einestheils den Vorzug größter Sauberkeit im ganzen wie im einzelnen, wie sie bei rauchentwickelnden Feuerungen niemals möglich ist, und bedingt zum anderen ziemliche Ersparnisse in den Haushaltungen wie in der Verwaltung, da alle Reinigungsarbeiten wesentlich leichter zu leisten sind und viele Verrichtungen, für die man früher Dienstboten brauchte, mit Hilfe der Elektrizität von den Familienmitgliedern selbst erledigt werden können. H. [2613]

\*) Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie 1917, H. 8—10.



# BEIBLATT ZUM PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE  
IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

Nr. 1447

Jahrgang XXVIII. 42.

21. VII. 1917

## Mitteilungen aus der Technik und Industrie.

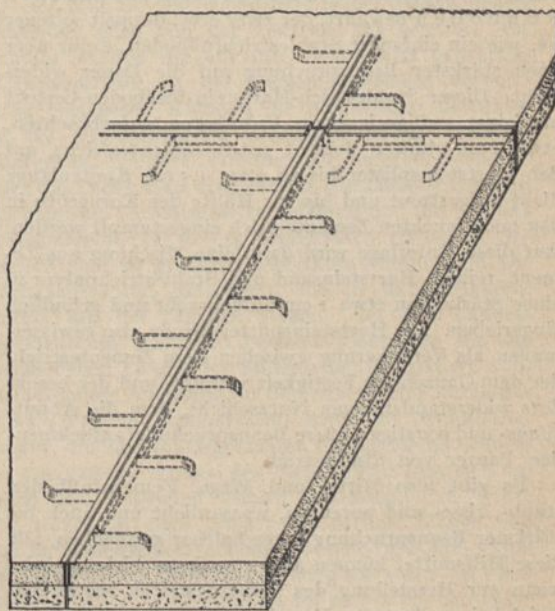
### Bauwesen.

Altes und Neues über Zementfußböden. (Mit einer Abbildung.) Infolge seiner Billigkeit, seiner einfachen Herstellungsweise und seiner Feuerfestigkeit bildet der Zementestrich ein besonders in Fabrik- und Industriebauten viel verwendetes Fußbodenmaterial, und auch in Wohngebäuden wird er für Kellerräume, Flure, Höfe usw. gern ausgeführt. Es haften aber den Zementestrichfußböden eine Reihe von Nachteilen an, die, weil in der Eigenart des Materials begründet, sich auch bei sorgfältigster Herstellung nicht vermeiden lassen, und die besonders an den Stellen sehr schnell und sehr auffällig in die Erscheinung treten, an welchen Zementfußböden stark beansprucht werden, wie das in Industriebauten besonders der Fall ist. Zu diesen Mängeln gehört besonders das Auftreten von Rissen in Zementfußböden, die rasch zu einer völligen Zerstörung zu führen pflegen, weil in solche Risse das Wasser eindringt, sie erweitert und im Winter bei Frost ein weiteres Zerspringen herbeiführt, während an völlig trockenen Stellen die Kanten der Risse unter der Beanspruchung durch das Begehen und Befahren des Fußbodens rasch abbröckeln und immer wieder abbröckeln, bis größere Löcher und vertiefte Stellen die Weiterbenutzung des Fußbodens unmöglich machen. Ein Ausschmieren solcher Risse und abgenutzter Stellen im Boden führt meist nur auf sehr kurze Zeit eine Besserung herbei, wirkliche Abhilfe schaffen nur Maßnahmen, die geeignet erscheinen, die Rißbildung im Zementestrich von vornherein unmöglich zu machen. Da die Rissebildungen — immer bestes Material und sorgfältigste Arbeit vorausgesetzt — ihre Ursache in Spannungen in der Zementestrichschicht haben, die durch ungleichmäßiges Setzen der Böden, Temperaturschwankungen und Veränderung des Volumens beim Abbinden des Zements — Schwindrisse — verursacht sind, hat sich als sicherstes Mittel gegen diese Risse die Anordnung von *D e h n u n g s f u g e n* im Zementestrich erwiesen, wenn diese den örtlichen Verhältnissen entsprechend richtig angeordnet und so ausgeführt werden, daß die Fugen nicht die gleichen Übelstände wie die Risse selbst herbeiführen können, daß die Fugenränder besonders gegen das Abbröckeln und das Eindringen von Wasser sicher geschützt sind. Diese Anforderungen werden erfüllt, wenn die Zementfußböden unter Zuhilfenahme von Fugenleisten der Deutschen Kahneisen-Gesellschaft Jordahl & Co. in Berlin nach der beistehenden Abbildung hergestellt werden, einfachen Winkelschienen, deren einer Schenkel die Höhe des Zementestrichs besitzt, und die durch besondere Ankereisen in der Zementschicht festgehalten werden. Das Einlegen solcher Fugenleisten gestaltet sich sehr einfach, es erschwert nicht, sondern erleichtert vielmehr die Herstellung des Zement-

estrichs, und es verteuert den Fußboden nur um so wenig, daß diese Mehrkosten gegenüber der viel längeren Lebensdauer und Ersparnis an Instandsetzungsarbeiten gar nicht in Betracht kommen können.

Neben der Rissebildung macht sich bei Zementfußböden bei stärkerer Beanspruchung auch die rasche und meist ungleichmäßige Abnutzung unangenehm bemerkbar. Man hat dem entgegenzuwirken versucht, indem man dem Zementestrich härteres Material, besonders Eisenspäne, beimischt; dabei ergibt sich aber leicht der Übelstand, daß durch die Benutzung das

Abb. 56.



Fugenleisten für Zementfußböden.

weichere Zementmaterial abgegraben wird, während die Eisenspäne dann als unangenehme Stacheln aus dem Estrich herausragen. Die starke Staubentwicklung stark benutzter Zementfußböden wird durch die Beimischung von Eisenspänen auch nicht eingeschränkt, und wenn man dem Zementmörtel außerdem noch Asphalt beimischt, so wird auch dadurch das Übel nicht völlig gehoben, immer bleibt noch der Zementestrich verhältnismäßig leicht abnutzbar, staubentwickelnd und zu porös, um völlig wasserdicht zu sein. Man verwendet deshalb neuerdings mit gutem Erfolg ein von der obengenannten Firma auf den Markt gebrachtes und als *Stahlestreichpulver* bezeichnetes Härtemittel für Zementestrich, das nicht nur mechanisch, sondern auch chemisch auf den Zementestrich



einwirkt, seine Poren schließt und beim Abbinden der ganzen Masse ein beinahe metallartiges, homogenes Gefüge von großer Festigkeit, Zähigkeit und Härte verleiht. Das Stahlestrichpulver wird unmittelbar vor der Verwendung mit einer gleichen Gewichtsmenge Portlandzement gut vermischt und dann auf den noch nassen Zementestrich aufgestreut und gründlich eingerieben. Man verbraucht dabei etwa 1 kg Stahlestrichpulver für 1 qm Bodenfläche. Nach etwa 24 bis 48 Stunden Abbindezeit wird der Stahlestrich mit einer 2 bis 4 cm dicken Schicht feuchter Sägespäne bestreut, die dann bis zu acht Tagen lang dauernd feucht zu halten sind. Nach völligem Abbinden ist die Oberfläche des Stahlestrichs glatt, hart, risse- und porenfrei, wasserdicht und sehr widerstandsfähig gegen Abnutzung, so daß sie auch nur einen geringen Bruchteil des Staubes entwickelt, der bei gewöhnlichen Zementfußböden unvermeidlich ist. Die Herstellungskosten des Fußbodens erhöhen sich durch die Verwendung des Stahlestrichpulvers allerdings um etwa M. 1,50 bis 2,00 für den Quadratmeter, durch längere Lebensdauer und Vermeidung der bei gewöhnlichen Zementfußböden auftretenden Übelstände erscheint aber dieser Mehraufwand berechtigt.

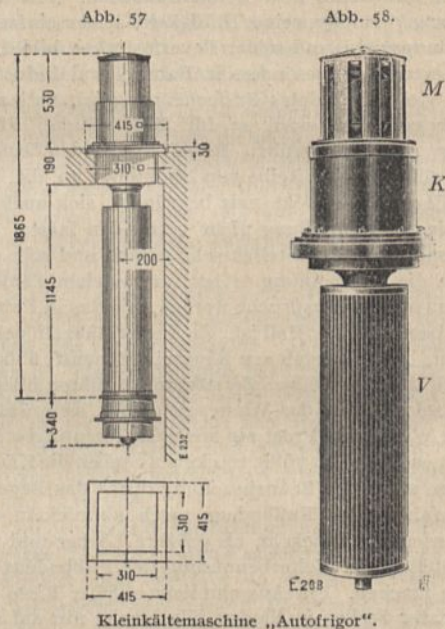
Für ganz besonders schwer beanspruchte Zementfußböden in Durchfahrten und Höfen mit schwerem Fuhrwerksverkehr, Werkstätten der Eisenindustrie usw. hat sich sogenannter Stahlestrich-Hartstein Fußböden bewährt, der zwar etwa doppelt so teuer ist, wie ein einfacher Stahlestrichfußboden, dafür aber auch stärkster Beanspruchung auf die Dauer widersteht. Dieser Stahlestrich-Hartstein-Fußboden besteht aus einer auf geeignetem Unterbeton aufgetragenen, etwa 2 cm starken Schicht guten Zementestrichs, auf den Hartsteinsplitter bis zu etwa 1,5 cm Kantenlänge dicht aufgestreut und bis zur Hälfte der Korngröße in den noch feuchten Zementestrich eingestampft werden. Auf diese Unterlage wird dann eine Mischung aus Zement, reinem Hartsteinsand und Stahlestrichpulver in einer Stärke von etwa 1 cm aufgebracht und gründlich eingerieben. Die Hartsteinsplitter dienen also gewissermaßen als Verankerung zwischen dem Zementestrich, der dem Ganzen die Festigkeit verleiht, und der besonders widerstandsfähigen Nutzschrift, dem die Abnutzungs- und sonstige äußere Beanspruchung aufnehmenden Panzer von Stahlestrich.

Es gibt also Mittel und Wege, Zementfußböden staub-, risse- und porenfrei, wasserdicht und auch bei stärkster Beanspruchung lange haltbar zu machen, alle diese Hilfsmittel können aber nur dann wirksam sein, wenn zur Herstellung des Zementestrichs bestes Material bei sorgsamster Verarbeitung verwendet wurde. Gegen die Folgen der auch heute leider noch viel verbreiteten Ansicht, daß Zement- und Betonarbeiten von jedem Maurer oder gewöhnlichen Hilfsarbeiter ausgeführt werden könnten, kann auch die Anwendung teurer Hilfsmittel für Verbesserung von Zementfußböden nicht schützen. Z. [2397]

### Kältetechnik.

Eine neue Kleinkältemaschine. (Mit fünf Abbildungen.) Das Eis stellt sich als Kühlmittel für den Haushalt und das Nahrungsmittelgewerbe nicht nur verhältnismäßig teuer, es ist auch ziemlich unbequem im Gebrauch, und bei nicht ganz regelmäßiger Nachfüllung treten auch leicht unangenehme Temperaturschwankungen im Eisschrank auf. Wenn dieser trotzdem noch immer das Feld beherrscht und die mit

Hilfe von Kleinkältemaschinen erzeugte künstliche Kälte bisher das Eis als Kühlmittel nicht in nennenswertem Maße hat verdrängen können, dann lag das wohl in der Hauptsache daran, daß Bedienung und Wartung der bisherigen Kleinkältemaschinen durch Riemen, Ventile, Stopfbüchsen, Manometer usw. zu sehr erschwert wurden, um sie für Haus und Gewerbe geeignet zu machen. Neuerdings wird aber von der Elektrofrigor-Kältemaschinen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin eine selbsttätige Kleinkältemaschine auf den Markt gebracht, die sich durch Einfachheit des ganzen Aufbaues auszeichnet und fast gar keiner Bedienung und sachverständiger Wartung bedarf. Diese, einen einzigen Körper bildende, Kleinkältemaschine Abb. 57 u. 58, die in drei verschiedenen Größen hergestellt wird, kann in jeden vorhandenen Eis- und Kühlschränke ohne Schwierigkeiten

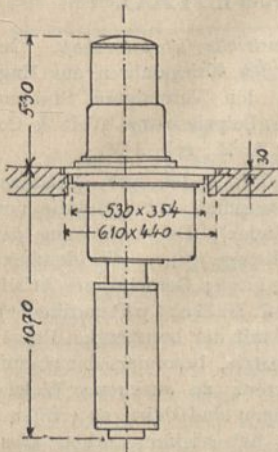


eingebaut werden und bedarf lediglich des Anschlusses an eine elektrische Leitung und der Zufuhr von Leitungswasser durch ein nur 7—8 mm weites Röhrchen. Die Maschine besteht in der Hauptsache aus einem im Gehäuse K untergebrachten Kolbenkompressor, der durch den mit ihm direkt gekuppelten, eingekapselten Elektromotor M angetrieben wird, einem ebenfalls im Gehäuse K untergebrachten Kondensator mit Wasserkühlung und dem Verdampfer V. Das Kältemittel — Methylchlorid — wird durch den Kompressor aus dem Verdampfer in gasförmigem Zustande angesaugt, auf einen der Kühlwassertemperatur entsprechenden Druck verdichtet und in den um den Kompressor gelagerten Kondensator gedrückt, wo die Verflüssigung erfolgt. Das flüssige Methylchlorid strömt dann durch eine Druckreduzierdüse in den Verdampfer V, wo es bei dem verminderten Drucke verdampft und die dazu erforderliche verhältnismäßig große Wärmemenge der Umgebung des Verdampfermantels entzieht, dessen Kühlfläche durch Rippen vergrößert ist. Das verdampfte Methylchlorid wird dann wieder aus dem Verdampfer abgesaugt und wiederholt so immerfort seinen Kreislauf, indem es dem Kühlraum die Wärme entzieht und sie im Kondensator an das Kühlwasser wieder abgibt, welches erwärmt abfließt. Alle Räume, die das Kältemittel



durchströmt, sind nach außen hin luftdicht abgeschlossen, so daß Verluste an Methylchlorid nicht auftreten können und die einmalige Füllung ohne Nachfüllung ausreicht. Alle beweglichen Teile dieser Kleinkältemaschine einschließlich des Elektromotors sind nach außen hin abgeschlossen, so daß sie auch bei unvorsichtiger Behandlung zu keinen Unfällen Veranlassung geben können; auch die erforderliche Schmierung erfolgt automatisch, und die Bedienung

Abb. 59.



Kleinkältemaschine „Autofrigor“ mit Einrichtung für Eiszerzeugung.

der Maschine beschränkt sich auf das An- und Abstellen, d. h. auf das Einschalten des Stromes durch einen gewöhnlichen Schalter und das Öffnen und Schließen des kleinen Hahnes für das Kühlwasser. Der Stromverbrauch — schon der einfachen Bauart des Motors wegen ist Drehstrom gewählt — ist nur gering. Die in Abb. 57 u. 58 dargestellte Maschine mitt-

Abb. 61.



Kleinkältemaschine „Autofrigor“ in einem Kühlschranks eingebaut.

lerer Größe, die ausreicht, einen Kühlraum von 2 bis 4 cbm bei 20—25° Außentemperatur dauernd auf 0 bis + 5° C zu halten, verbraucht etwa 0,35 Kilowatt in der Stunde und etwa 60 l Kühlwasser. Die kleinere Maschine Abb. 59 u. 60, die mit einer kleinen Einrichtung für die Erzeugung von täglich 4—8 kg Eis in Blöcken zu 1 kg versehen ist, außerdem aber noch einen Kühlraum von etwa 0,4 cbm, wie im Haushalt üblich, auf 0 bis — 2° C hält, braucht ebenfalls 0,35 Kilowatt und 60 l Kühlwasser, und die größte Kleinkältemaschine, die für einen Kühlraum bis zu 8 cbm oder zur Erzeugung von täglich bis zu 90 kg Eis aus-

reicht, kommt mit 0,7 Kilowatt und 150 l Kühlwasser aus.

H. K. [2695]

### Landwirtschaft, Gartenbau, Forstwesen.

Der Seidenbau in Ungarn\*). In Ungarn besteht ein planmäßiger Seidenbau seit 1880. Damals gründete der Ackerbauminister Baron Kemény — angeregt durch eine kleine Sammlung von Kokons aus der Pußta Hidja auf einer landwirtschaftlichen Ausstellung in Stuhlweißenburg — das kgl. ungarische Seidenbau-Landesinspektorat in Szekszárd und schuf damit ein Organ, das „frei von bürokratischen Fesseln und Sonderinteressen“ sich lediglich der Förderung des Seidenbaus widmen sollte. Die äußeren Bedingungen für den Seidenbau waren in Ungarn außerordentlich günstig; von früheren Versuchen her war noch ein Bestand von Maulbeerbäumen im Lande, die den Züchtern zur Verfügung gestellt wurden. Doch ist der überraschende Aufschwung, den die Seidenindustrie innerhalb weniger Jahre in Ungarn nahm, hauptsächlich der vorzüglichen Organisation zuzuschreiben. Das Unternehmen wurde vom Staate finanziert; allein für Propagandazwecke setzte die Regierung jährlich 30 000 K aus, und die Summen, die zum Betrieb der Seidenzucht und ihrer technischen Verwertung unverzinslich vorgestreckt wurden, betragen im letzten Dezennium durchschnittlich pro Jahr  $4\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{3}$  Mill. K. Die Seidenzucht in den verschiedenen Gemeinden wird von der Zentrale aus geleitet. Im Frühjahr werden die auf ihre Gesundheit geprüften Seidenraupeneier an die Gemeindeaufseher verteilt, die in geeigneten Räumen die Ausbrütung bewirken und die ausgekrochenen Räumchen an die Züchter weitergeben. Weitere Aufgaben der Aufseher bestehen darin, die Zuchten zu überwachen, die Züchter über die einschlägigen Verhältnisse zu belehren und die Kokons einzusammeln. Je 30—35 Seidenzucht treibende Gemeinden sind zu größeren Distrikten vereint und Distriktsinspektoren unterstellt, die in unmittelbarem Verkehr mit der Zentrale stehen. Bei dem Landesinspektorat in Szekszárd bestehen Sektionen für alle verschiedenen Zweige des Seidenbaus; so existiert z. B. eine besondere Abteilung für Samenbereitung durch das Pasteurische Zellsystem, sowie ein technisches Institut, das die Angelegenheiten der Spinnerei ordnet. Das erfolgreiche Wirken des Inspektorats läßt sich am besten aus folgenden Zahlen erkennen. Im Jahre 1879 wurde in ganz Ungarn die geringe Menge von 2507 kg Seidenkokons erzeugt. Bereits im ersten Jahre der Tätigkeit des Inspektorats stieg die Ernte bei einer Beteiligung von 71 Gemeinden auf 10 131 kg. Im Jahre 1890 war die erste Million Kilogramm erreicht, und 1905 betrug die Produktion fast 2 Mill. kg Kokons im Werte von 5 Mill. K.

Der Überblick über die Entwicklung der Seidenindustrie in Ungarn dürfte gerade jetzt von Interesse sein, da seit dem Kriege auch für Deutschland die Einführung der Seidenzucht vielfach angeregt worden ist. Es wäre jedoch verkehrt, ungarische Verhältnisse ohne weiteres auf Deutschland zu übertragen, wo nicht allein die klimatisch-biologischen, sondern vor allem auch die wirtschaftlichen Unterlagen ganz andere sind. Die Angelegenheit, die an zuständiger Stelle zurzeit eingehend geprüft wird, ist heute noch nicht spruchreif. Wenn es sich nun auch herausstellen sollte, daß die Einführung des Seidenbaus für Deutschland selbst nicht

\*) Die Naturwissenschaften 1916, S. 542.



empfehlenswert ist, so finden sich doch innerhalb des zukünftigen „Wirtschaftsblockes“, im Südosten Europas, Länder, in denen alle natürlichen Vorbedingungen erfüllt scheinen. Was in Ungarn so gut gelang, das ließe sich wohl auch in Bulgarien und in der Türkei durchführen und könnte zum wirtschaftlichen Aufschwung jener Gebiete beitragen. Eine Konkurrenz für Ungarn ist bei dieser Ausdehnung des Seidenbaus nicht zu befürchten, denn das Land vermag bei seiner Produktion von 352 000 kg Rohseide noch nicht einmal den österreichisch-ungarischen Verbrauch von jährlich 807 000 kg, geschweige denn den deutschen Bedarf von 4 Mill. kg zu decken. Es wäre erfreulich, wenn wir die ansehnliche Summe von 160 Mill. M., die die Zentralmächte für Rohseide jährlich an das feindliche Ausland zahlten, künftig unseren Verbündeten zuwenden könnten.

L. H. [2316]

**Zuckererzeugung in Schweden.** In Schweden werden gegenwärtig umfassende Versuche vorgenommen, um die Zuckerproduktion zu steigern. In Frage kommt in erster Linie die Anpflanzung von Zuckerahorn, der aus Amerika importiert werden soll. Es ist in Aussicht genommen, den Rand der Landstraßen auf 65 000 km und denjenigen der Bahnlinien auf 15 000 km auf beiden Seiten mit diesem Baum zu bepflanzen. Auf den genannten Strecken würden in einem Abstand von je 10 m insgesamt 50 Millionen Bäume gepflanzt werden können, und bei einem Durchschnitt von 1 kg Zucker pro Baum und Jahr würde es auf diese Weise möglich sein, jährlich für 15 Millionen Kronen Zucker zu gewinnen. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß sich die Anpflanzung von Zuckerahorn sehr gut lohnt. Der Baum ist in Amerika in so großen Mengen vorhanden, daß 50% des in den Vereinigten Staaten verwendeten Süßstoffes von ihm geliefert wird. Das schwedische Landwirtschaftsdepartement hat ermittelt, daß allein in Kanada 55 000 Produzenten ansässig sind, welche jährlich Ahornzucker im Werte von 2 000 000 Dollars auf den Markt bringen. In Stockholm ist man der Ansicht, daß der Baum auch in Europa mit größtem Vorteil angepflanzt werden könnte, und es wurde deshalb beschlossen, Maßnahmen zu ergreifen, um eine genügende Anzahl Setzlinge aus Amerika einzuführen. (Aus schweiz. Fachzeitschriften, wie aus der *National-Zeitung*, Basel, Nr. 365.)

[2689]

### Anstrich- und Schutzmittel.

**Eine neue Anstrichfarbe.** Das von der Chemischen Fabrik Bannowitz in Bannowitz b. Dresden hergestellte Tekturit dürfte geeignet sein, die häufigen Klagen über die mangelhafte Beschaffenheit der mit Kalkfarben bestrichenen abblättern und abfärbenden Wände verstummen zu machen. Diese gesetzlich geschützte neue ölfreie Anstrichfarbe ist über die Hälfte billiger als die bisherigen kalkartigen Anstrichfarben, trocknet schnell und ergibt eine harte Oberfläche, die das Abfärben verhindert, auch blättert sie nicht ab und geht beim Abstäuben nicht ab wie Kalkfarbe. Durch Zusatz aller modernen Farben zur Grundfarbe kann man jeden gewünschten Anstrich herstellen. Auch macht Tekturit, einmal aufgetragen, bei späterem Auffrischen kein Abkratzen oder Abwaschen nötig, denn nach Entfernung des Staubes kann sofort gestrichen werden.

Außerdem ist Tekturit äußerst sparsam, es wird dünn gestrichen und deckt sehr gut, macht Kalk überflüssig und erspart viel Arbeit. Die Grundfarbe wird fertig geliefert und kann nach Verdünnung mit warmem Wasser sofort Verwendung finden. Tekturit kann überall angewendet werden, es zeigt auf Eisen wie auf Holz dieselbe festhaltende Eigenschaft wie auf Wänden.

P. S. [2686]

## BÜCHERSCHAU.

*Der Kampf um die industrielle Vorherrschaft.* Gesammelte Aufsätze aus den Kriegsjahren aus England, Frankreich und den Vereinigten Staaten. Von H. G r o ß m a n n. Leipzig 1917. Veit & Co. 136 Seiten. Preis geh. 2,80 M., geb. 4 M.

Das Heftchen enthält drei Reden bzw. Aufsätze: Die Beziehungen der Wissenschaft zur Industrie von I l l i n g w o r t h, (Engländer); Die Bedeutung der Naturwissenschaften im Kriege gegen die deutsche Industrie von L e C h a t e l i e r; Gemeinsame Arbeit auf chemischem Gebiet von C. H. H e r t y (Amerikaner). Die Arbeiten befassen sich mit der brennenden Frage: Wie ist der deutschen Industrie, besonders der chemischen, erfolgreich Konkurrenz zu machen. Welche Maßnahmen und Bedingungen sind dabei zu erfüllen? Die deutsche Fachpresse hat vielfach schon diesbezüglich Aufsätze und Reden unserer Gegner wiedergegeben. Die vorliegenden zeichnen sich durch sehr große Objektivität und Sachlichkeit aus, weshalb sie die größte Beachtung vor allem in Deutschland verdienen.

Porstmann. [2636]

*Herstellen und Instandhalten elektrischer Licht- und Kraftanlagen.* Ein Leitfaden auch für Nicht-Techniker unter Mitwirkung von G. L u x und Dr. L. M i c h a l k e, verfaßt und herausgegeben von S. F r h r. v. G a i s b e r g. Siebente umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 55 Abbildungen. Berlin 1916. Julius Springer. Preis geb. 2,60 M.

Ob dieses Werkchen wirklich seiner Bestimmung gemäß für Laienhand geeignet ist, mag dahin gestellt bleiben. Das Ansehen der Elektrotechnik läßt es wünschenswert erscheinen, daß der Laie nicht seine Licht- und Kraftanlagen nach dem Durcharbeiten dieses sorgfältig durchdachten Leitfadens selbst herstellt, sondern dies lieber einem sachkundigen Monteur überläßt.

Für den Monteur aber ist das Bändchen wirklich ein gediegener Wegweiser. Die umfassenden Angaben sind gut ausgewählt und gestatten nicht nur technische, sondern auch wirtschaftlich brauchbare Bearbeitung der Anlagen. Es gibt eigentlich an diesem in gedrängter Form zusammengezogenen Ratgeber nichts auszusetzen. Nur sollte mit der Umarbeitung des Textes in neuen Auflagen auch eine Verbesserung der Abbildungen Hand in Hand gehen. Denn die Abbildungen sind zum Teil veraltet, ein Schalter, wie Abb. 35 angibt, dürfte doch wohl ein überwundener Standpunkt sein. Auch schematische Zeichnungen müssen sich der Zeit anpassen.

Die Beliebtheit des Werkes geht schon daraus hervor, daß inzwischen bereits wieder ein *unveränderter Neudruck* erschienen ist.

Ing. Schwarzenstein. [2051]