



ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

Preis vierteljährlich
3 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin,
Dörnbergstrasse 7.

N^o 438.

Jeder Nachdruck aus dem Inhalt dieser Zeitschrift ist verboten.

Jahrg. IX. 22. 1898.

Die Blutwärme der Reptile, Vögel, Schnabel- und Beutelthiere.

Mit drei Abbildungen.

Es ist in neuerer Zeit viel über die Steigerung der Blutwärme bei höheren Thieren und von dem im Laufe der Thierentwicklung erst in den höheren Abtheilungen erreichten Ziel einer gleichmässigen, von der äusseren Temperatur unabhängigen Eigenwärme geschrieben worden, aber ein genaues Studium der hier besonders wichtigen Uebergangsverhältnisse verdanken wir erst Alexander Sutherland, der kürzlich seine Ergebnisse veröffentlicht hat*). Wir geben in Folgendem einen Auszug dieser Arbeit nach *Nature* vom 18. November 1897.

Die wirbellosen Thiere sind, obwohl sie einer Fähigkeit der Wärmeezeugung nicht ermangeln, im Allgemeinen kaltblütig. Sie erheben, wenn man von den Insekten absieht, ihre Eigenwärme selten um mehr als den Bruchtheil eines Grades über die Temperatur des Mediums, in welchem sie sich befinden. Nach den Beobachtungen von Valentin sind Polypen, Medusen, Stachelhäuter, Mollusken, Kruster und Cephalopoden fähig, ihre Temperatur um $\frac{1}{5}$ bis $\frac{3}{5}$ Grad

über diejenige der Luft, des Wassers oder Bodens, in welchem sie leben, zu steigern.

Bei den Insekten ist die Erwärmungsfähigkeit sehr viel grösser. Obgleich sie im Wesentlichen zu den sogenannten Kaltblütern gerechnet werden müssen, in dem Sinne, dass sie keinen festen Stand der Körperwärme besitzen, dem sie zustreben, also wechselwarm sind, findet man ihren Körper doch fast stets wärmer als ihre Umgebung, aber der Ueberschuss beträgt höchstens 1 bis 2 Grad. Bei starker Anstrengung sind sie jedoch im Stande, ihre Eigenwärme beträchtlich zu steigern.

Für Fische, Amphibien und Reptile gilt dasselbe. In der Ruhe bewahren sie alle die Temperatur der Umgebung, folgen ihrer Steigerung und ihrem Fallen und zeigen sich ausser Stande, auch nur im geringen Grade eine feste, für sie charakteristische Temperatur zu erlangen; doch können sie sich alle durch Erregung und Anstrengung erwärmen. Die grosse blauzüngige Eidechse (*Cyclodus gigas*), welche in den südlichen Theilen von Victoria land gemein ist, kann sich, wenn sie erzürnt wird, in 10 Minuten um einen halben Grad erwärmen. Bei 5 Versuchen dieser Art fand Sutherland, dass verschiedene Individuen auch eine verschiedene Fähigkeit, sich erzürnen zu lassen, darboten, aber das Mittel zur Erregung nach 10 Minuten dauern-

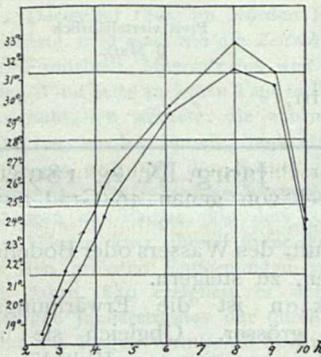
*) In den *Proceedings of the Royal Society of Victoria* (1897).

der Reizung noch ein wenig unter einem halben Grad Wärmesteigerung.

Bei Körperthätigkeit und ihr entsprechender Wärmezeugung scheinen alle Fische, Amphibien und Reptile fähig, ein wenig wärmer zu werden als das Wasser oder die Luft, worin sie sich aufhalten. Dutrochet berichtet, dass der Wassermolch sich um 2 bis $5\frac{1}{2}$ Grade, die Schildkröten um $1\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Grad und die gemeine grüne Eidechse Frankreichs (*Lacerta viridis*) um 4 bis 7 Grad über die Temperatur des Mittels erheben können. Max Fürbringer versichert, dass Blindschleichen sich bis 8 Grad über die Lufttemperatur erwärmen. Fische scheinen in der Ruhe beinahe vollständig die Temperatur des Wassers anzunehmen, in welchem sie leben, aber bei einem Kampfe, oder irgend einer anderen Art von Erregung, können sie sich um 2 bis 3 Grad erwärmen.

Alles dies hat indessen keine wirkliche Verwandtschaft mit dem, was wir bei Warmblütern

Abb. 215.



Gleichmässiger Gang der Temperatur eines Wasserbeckens und der darin befindlichen Eidechsen.
Obere Linie: Wasserwärme.
Untere Linie: Eidechsenwärme.

Dadurch geschieht es, dass man bei diesen zu den Kaltblütern gerechneten Thieren häufig Eigenwärme antrifft, die etwas über die Temperatur ihrer Umgebung hinausgeht. Aber im Allgemeinen ist dieser Ueberschuss nicht gross und lässt die Unterscheidung zwischen Warm- und Kaltblütern ganz unberührt. Das wahre Kriterium ihrer Verschiedenheit liegt in dem Zusammengehen oder Nichtzusammengehen der Körpertemperaturen mit denen des Mediums. Ein Thier des Warmblütertypus kann, wenn das Klima sich ändert, ein wenig in seiner allgemeinen Körperwärme schwanken, aber im Allgemeinen hält es sich auf einem constanten Wärmegrad, das Reptil dagegen wechselt stets, obwohl es sich manchmal etliche wenige Grade über die Aussentemperatur erwärmt, mit dieser, und nimmt im Steigen und Fallen fast dieselben

Wärmegrade an, wie seine unmittelbare Umgebung.

Um zu sehen, wie dieses Zusammengehen im einzelnen Falle verläuft, that Sutherland zwei Exemplare der erwähnten grossen australischen Eidechse (*Cyclodus gigas*) in einen erwärmten Wasserbehälter, der so hoch mit Wasser gefüllt war, dass nur ihre Nasenlöcher über die Oberfläche kamen, und erwärmte dann das Wasser mittelst einer oder mehrerer Lampen in verschiedenen Schnelligkeitsgraden. Das beifolgende Diagramm (Abbildung 215) zeigt, wie eng die Temperatur der Eidechse derjenigen des langsam erwärmten und dann sich abkühlenden Wassers folgte. *Cyclodus gigas* hat eine sehr träge Natur und erwärmt sich, wenn man das Thier sich selbst überlässt, durch keine Erregung selber, und wenn man seine Temperatur zu einer frühen Tagesstunde misst, wird sie fast immer etwas unter derjenigen der Luft gefunden. Nach Sonnenuntergang ist sie im Allgemeinen höher. Sutherland hielt zwei Jahre lang Exemplare dieser Art — zeitweise 6 bis 8, manchmal auch nur 2 bis 3 Stück — in einem Käfig gefangen und maass ihre Temperatur Abends und Morgens, wenn auch nicht regelmässig, so doch meistens. Als Mittel aller dieser Messungen wurden 18,1 Grad für die Eidechsen, 18,4 Grad für die Luft gefunden. Bedenkt man, dass die in Betracht kommenden Temperaturen sich in dem breiten Zwischenraum von 12 bis 32 Grad bewegten, so ist das eine sehr starke Annäherung. Die Eidechsen erschienen durchschnittlich eine Kleinigkeit kühler als die Luft, wahrscheinlich aber nur, weil sie bei der Messung vor 8 Uhr Morgens, noch nicht die Tagestemperatur erreicht hatten, während der Ueberschuss nach Sonnenuntergang dies nicht ausglich. Regelmässige, über alle Tagesstunden vertheilte Messungen würden wahrscheinlich noch einen engeren Anschluss ergeben haben.

Die Stufen, durch welche die lebhafteren und intelligenteren Warmblütertypen sich über den lethargischen Horizont der Kaltblüter erhoben haben, bilden einen bezaubernden Vorwurf für genauere Erforschung. Hier soll nur der leichtere und mehr prosaische Nachweis versucht werden, dass solche Stufen, mögen sie wie immer verursacht worden sein, sich noch gegenwärtig der Beobachtung darbieten und dass sie sich im vollkommensten Einklang mit der üblichen, einzig auf anatomische Betrachtungen begründeten Klassifikation der Wirbelthiere befinden.

Die Kloakenthiere oder Monotremen wurden einzig wegen ihres mehr reptilienähnlichen anatomischen Baues zu unterst in die Stufenleiter der Säugethiere gestellt. Ihre niedere Körpertemperatur würde diese ihnen in der Nähe der Reptile angewiesene Stellung vollkommen rechtfertigen, wenn eine solche Rechtfertigung irgend

erforderlich wäre. Die Temperatur des Wasserschnabelthiers wurde durch Baron Miklucho-Maklay als Mittel dreier Messungen zu 24,8 Grad gefunden, wenn die Wasserwärme 22,2 Grad betrug (*Journal of the Linnean Society of N. S. Wales* VIII., S. 425 und IX., S. 1204), während das Mittel der bei den 10 höheren Säugerordnungen (mit Ausschluss der Schnabel- und Beuteltiere) angestellten Messungen von Dr. John Davy (1825) aus 38,9 Grad und nach einer neueren Rechnung von Max Fürbringer zu 39 Grad gefunden wurde. Man kann dies allgemein als Warmblüter-Mittel bezeichnen, und wir finden davon nach keiner Seite eine Abweichung von mehr als zwei Graden, ausser bei Krankheit und körperlichen Störungen. Thatsächlich kann kein höheres Säugethier bei guter Gesundheit wärmer sein als 40 Grad und kaum wird seine Temperatur unter 37 Grad hinabgehen können.

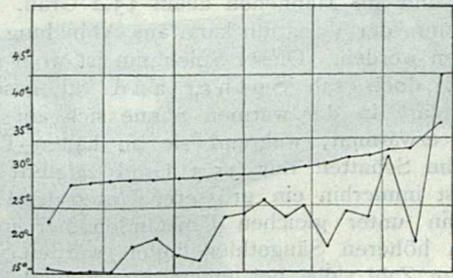
Das Wasserschnabelthier mit bloss 24,8 Grad ist daher beinahe als Kaltblüter zu bezeichnen. Die einzige fernere Gattung der Kloakenthiere, das Landschnabelthier (*Echidna*), führt uns einen Schritt aufwärts. Miklucho-Maklays Mittel aus 5 Beobachtungen war 28 Grad, während die Luftwärme 20 Grad betrug. Sutherland erhielt zu verschiedenen Zeiten 14 verschiedene Exemplare von *Echidna hystrix* und stellte daran zu verschiedenen Zeiten 27 Temperaturbeobachtungen an. Er fand im Mittel 29,4 Grad, also nahezu 1,5 Grad mehr als der frühere Beobachter. Aber diese Thiere zeigen ihre Verwandtschaft mit Reptilen durch eine mit der Lufttemperatur so stark wechselnde Eigentemperatur, dass wir leicht solche Abweichungen im Mittel verschiedener Beobachtungsreihen uns erklären können.

Ein Landschnabelthier war an einem kalten Morgen in seiner Körperwärme bis auf 22 Grad herabgegangen, ein anderes, welches man in einem Sack bei starker Mittagssonne aus dem Walde gebracht hatte, kam mit einer Höhe von 36,6 Grad in die Liste. Das beifolgende Diagramm (Abbildung 216) giebt den allgemeinen Charakter der Variationen wieder, wobei die Temperaturen in jedem einzelnen Falle das Mittel aus 3 bis 6 an verschiedenen Individuen vorgenommenen Bestimmungen darstellen, welche übrigens bei zu gleicher Zeit vorgenommenen Messungen niemals um mehr als 0,2 Grad von einander abwichen. Es ist aus dem Diagramm ersichtlich, dass die Temperatur bei *Echidna* von 22 bis 36,6 Grad wechselte. Dies ist für ein Säugethier ein ungeheurer Spielraum, der auf einen wahrhaft reptilischen Mangel an Regelungsfähigkeit für die Körpertemperatur hindeutet. Obwohl die Gleichmässigkeit im Gange der Luft- und Körpertemperatur durchaus nicht vollkommen war, so zeigte sich doch im weiteren Maassstabe,

dass die letztere der ersteren folgte. Indessen folgte die Temperatur-Zu- und Abnahme des Thieres derjenigen der Luft immer nur allmählich, und wenn die Luft sich inzwischen wieder erwärmt, kann ein Ausgleich der stärkeren Temperatursprünge erfolgen.

Die nächste Stufe der anatomischen Klassifikation führt uns zu der Ordnung der Beuteltiere und hier thun wir wieder einen Schritt aufwärts zu höherer Blutwärme (aber nicht zu

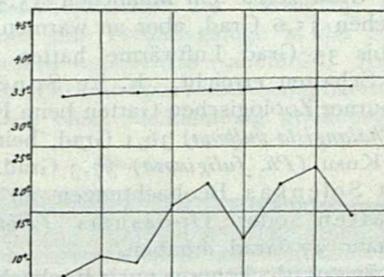
Abb. 216.



Unvollkommene Uebereinstimmung der Blutwärme von *Echidna* mit der Luftwärme.
Obere Linie: *Echidna*-, untere Linie: Luftwärme.

einer so hohen, wie sie den übrigen Säugern eigen ist), auch zu einer stetigeren, aber noch nicht so stetigen, wie bei allen übrigen Säugerordnungen. Sutherland maass die Temperaturen von 16 verschiedenen Beuteltierarten und erhielt ein Mittel von genau 36 Grad aus 126 Einzelbeobachtungen. Sie bleiben demnach um 3 Grad unter dem Mittel der höheren Säuger. Diejenigen Beutlerarten, deren Körperwärme, so weit bis jetzt ermittelt werden konnte, zunächst über der Blutwärme der Kloakenthiere folgt,

Abb. 217.



Geringe Beeinflussung der Blutwärme des Koala durch die Luftwärme.
Obere Linie: Koala-, untere Linie: Luftwärme.

sind die Wombats mit 34,1 Grad im Mittel (bei *Phascolomys lasiorhinus* 34,3 Grad und bei *P. platyrhinus* 34 Grad). Demnächst schien der Flugbeutler (*Petaurus*) zu folgen, bei welchem Ernest Le Souëf an 5 Exemplaren des Melbourne Zoologischen Gartens ein Mittel von 35,7 Grad feststellte.

Hierauf folgt der kleine Beutelbär oder

Koala (*Phascolarctos cinereus*), von welchem Sutherland zahlreiche Exemplare hielt, die auf ihren heimischen Gummibäumen sassen und keinem anderen Zwange unterlagen, als dass sie mit einem Riemen oder Strick von Zeit zu Zeit herabgezogen wurden, um gemessen zu werden. In dieser Weise wurden 83 Messungen vorgenommen, deren Mittel 36,4 Grad ergab. In der Tragzeit haben die Weibchen stets eine merklich höhere Blutwärme; werden solche Fälle ausgeschlossen, so beträgt das Mittel genau 36 Grad und für Männchen allein 35,2 Grad. Der Spielraum der Variation kann aus Abbildung 217 ersehen werden. Dieser Spielraum ist wohl nicht gross, doch sah Sutherland oft gesunde Exemplare in der warmen Sonne sich auf 37,9 Grad erwärmen, während sie an kalten Tagen und im Schatten nur 35,3 Grad zeigten, und das ist immerhin ein grösserer Unterschied, als wir ihn unter gleichen Umständen bei irgend einem höheren Säugethier finden würden. Die höchste Zahl, die bei einem Koala beobachtet werden konnte, war 38,4 Grad, d. h. $1\frac{1}{2}$ Grad über der normalen des Menschen, die niedrigste 34,9 Grad, also nahezu 2 Grad unter der menschlichen Normaltemperatur.

Nach den von Ernest Le Souëf vorgenommenen Messungen kommen zunächst die Beutelmarder (*Dasyurus*) mit einem Mittel von 36 Grad. Dann folgen die australischen Beutelratten (*Pseudochirus*) und Kusus (*Phalangista*). Die ringelschwänzige Beutelratte ergab ein Mittel von 36,6 Grad, welches also nur wenig unter dem menschlichen war. Aber auch hier war der Spielraum der möglichen Blutwärmehöhen viel grösser, als man ihn irgend wo bei höheren Säugethieren antrifft. Bei kühlem Wetter von 16,8 Grad zeigte ein Männchen 35,5 Grad, ein Weibchen 35,6 Grad, aber an warmen Tagen von 31 bis 35 Grad Luftwärme hatten sie 37 Grad im Schatten erreicht. E. Le Souëf fand im Melbournen Zoologischen Garten beim Fuchskusu (*Phalangista vulpina*) 36,1 Grad, beim ruffarbigem Kusu (*Ph. fuliginosa*) 37,3 Grad. Dies entspricht Selenkas Beobachtungen an echten Beutelratten oder Opossums (*Didelphys*), die ungefähr 37 Grad ergaben.

An Känguruhs konnten nur 4 Beobachtungen verwerthet werden, die einen Wärmestand etwas unter dem menschlichen ergaben. Beim Riesenkänguruh (*Macropus giganteus*) wurden 36,6 Grad, bei einem Wallaby (*Halmaturus Bennettii*) 37,1 Grad, beim gelbfüssigen Felsen-Känguruh (*Petrogale xanthopus*) 35,9 Grad angetroffen, während ein Baum-Känguruh (*Dendrolagus Grayi*) genau die Höhe der menschlichen Blutwärme (37 Grad) zeigte.

Hinsichtlich der wenig bekannten Temperaturen der Nager und Insektenfresser nimmt Sutherland als am wahrscheinlichsten an, dass

sie hier in der Stufenreihe zunächst folgen, vielleicht mit sammt den Walen und Sirenen, wenn man die wenigen vorliegenden Messungen verallgemeinern darf. Alle übrigen Säugerordnungen stehen hinsichtlich der Blutwärme beträchtlich über der menschlichen. Es ist somit klar, dass man die Säuger nach ihrer Temperatur abstimmen kann und dass die aus anatomischen Gründen als die am niedrigsten gestellten Säuger nicht nur die niedrigsten Temperaturen, sondern auch den weitesten Spielraum derselben zeigen, so dass sie unter allen Säugethieren am stärksten und unmittelbarsten von der umgebenden Temperatur beeinflusst werden.

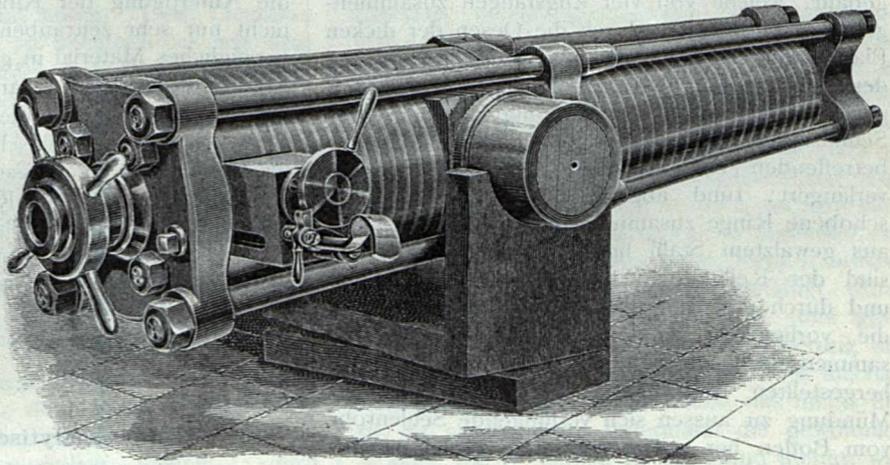
Aehnliches, wiewohl in viel geringerer Ausdehnung, beobachtet man bei den Vögeln. Als die niedersten Vögel betrachtet man die Straussvögel (*Ratitae*) und diese scheinen auch die niederste Temperatur zu besitzen. E. Le Souëf fand bei den Emus des Melbournen Zoologischen Gartens im Mittel 39,5 Grad und dies dürfte die niederste überhaupt bisher bei Vögeln beobachtete Blutwärme sein, da alle Flugvögel (*Carinatae*) ohne Ausnahme über 40 Grad besitzen. Die Temperatur von 36 Nachts von ihren Ruhestangen genommenen Vogelarten ergab im Mittel genau 41 Grad, während diejenige von 12 von ihren Nestern genommenen brütenden Vögeln 41,4 Grad betrug. Zahlreiche nach dem Umherstreifen gemessene Vögel zeigten ein Mittel von 41,3 Grad, wobei aber Erregung ins Spiel kommen mag; Puter eben so viel, Enten sollten nach einer guten Autorität niedrigere Temperaturen haben, aber Sutherland fand als Mittel zahlreicher Messungen im Gegentheile 42,1 Grad bei ihnen. Bei den Vögeln der intelligenteren Ordnungen steht die Temperatur im Allgemeinen etwas höher. Wenn wir die Raubvögel ausnehmen, können wir sagen, dass in allen Ordnungen, die über den Gänsen, Sumpf- und Hühnervögeln stehen, die Temperatur mehr als 42 Grad beträgt. Es würde ein Gegenstand von grossem Interesse sein, einige Nachrichten über die Temperatur des Kiwi (*Apteryx*) zu erhalten, um darnach entscheiden zu können, ob die niedersten Vögel, die wir kennen, in ihrer Körperwärme einigermaassen die nämliche reptilische Verwandtschaft verrathen, welche die Kloakenthiere als niederste Säuger darbieten. In diesem Falle würde Grund sein, anzunehmen, dass die Straussvögel oder Ratiten in ähnlicher Weise wie die Beutethiere ein verbindendes Glied zwischen höheren und niederen Formen darstellen, obwohl sie den höheren Wirbelthieren (Flug-Vögeln) viel näher stehen als den niederen (Reptilen).

In einer sehr allgemeinen Fassung, bei der man zahlreiche Einschränkungen und Widersprüche ausser Betracht lassen muss, darf aber wohl gesagt werden, dass die Körperleistung von

den Körperwärmen abhängt, und dass solche Thiere, wie Insekten und Reptile nur lebhaft werden, wenn sie von aussen Wärme empfangen, aber mit sinkender Aussenwärme erstarren. Der Typus mit gleichmässiger Lebhaftigkeit besitzt seine eigene Wärmebildung. Dies lässt sich bei den Säugethieren und noch besser bei den Vögeln beobachten. Aber diese Warmblüterconstitution wurde nicht durch ein plötzliches Hervortreten gebildet: die Kloaken- und Beutelhier bieten eine schöne Abstufung zwischen den Reptilen einerseits und den höheren Säugern, während, soweit die Anzeichen deuten, Grund zu glauben ist, dass die niederen Vögel noch Ueberbleibsel einer ehemals vorhandenen Kette sind, welche in ähnlicher Weise die kaltblütigen Reptile mit den warmblütigsten aller Geschöpfe, den Sperlings- und Singvögeln, verband. [5747]

Der Vortheil, den solche Geschütze bieten, besteht darin, dass man sie an Orten verwenden kann, zu denen sie unzerlegt, ihres grossen Gewichtes wegen, nicht hingeschafft werden könnten. Daher wird sich ihre Verwendung auf solche Verhältnisse beschränken, welche das Fortschaffen schwerer Lasten in Frage stellen, also bei der Belagerungs- und Gebirgs-Artillerie. Die Engländer besitzen auch heute noch zerlegbare Ge-

Abb. 218.



Zerlegbares Geschützrohr nach dem System von Edwin Blood.

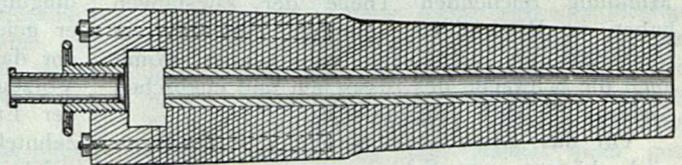
Zerlegbare Geschützrohre.

Mit zwei Abbildungen.

Der Gedanke, ein Geschützrohr so herzustellen, dass es in Theile zerlegt zum Gebrauchs-ort geschafft, hier lediglich unter Anwendung einfachster maschineller Hilfsmittel mit Handbetrieb in kürzester Zeit schussfertig zusammengesetzt werden kann, ist zuerst im Jahre 1877 vom Kapitän Kolokolzow, Director der Obuchowschen Geschützgiesserei in Alexandrowsk bei St. Petersburg, praktisch ausgeführt worden. Er liess ein 21 cm-Kanonenrohr herstellen, welches aus einem Seelenrohr und einem aus Vorder- und Hintertheil zusammensetzbaren Mantel bestand, der durch eine muffenartige Verbindungsmutter vereinigt und dann mit dem Seelenrohr durch Hineinpressen desselben mittelst Schraubenspindel und Mutter versehen wurde. Dieses 5668 kg schwere Geschützrohr wurde, nachdem es 130 Probeschüsse gut ausgehalten hatte, bei der Belagerung von Rutschuk verwandt. Hier hat es noch 69 Schuss bis zu 4900 m Schussweite mit so gutem Erfolg abgegeben, dass nach dem Kriege derart zerlegbare 21 cm-Kanonen und 23 cm-Mörser in die russische Belagerungs-Artillerie eingestellt wurden.

birgskanonenrohre. Während aber die schweren russischen Geschütze Hinterlader sind, gehören die englischen Gebirgsgeschütze, wie die ganze damalige englische Artillerie, noch zu den Vorderladern. Ausserdem würde aber auch das Einsetzen eines Seelenrohrs mehr Zeit beanspruchen, als im Gebirgskriege in der Regel für Herstellung der Schussbereitschaft zur Verfügung steht, es hat ferner eine Trennungsfuge in der Seele von Hinterladern stets ernste Nachteile. Aus diesen Gründen ist England mit seinen zerlegbaren Gebirgsgeschützen ohne Nachahmung geblieben. Auch

Abb. 219.



Schnitt durch das zerlegbare Geschützrohr von Edwin Blood.

die russischen zerlegbaren Geschütze sind nicht unbedenklich, weil die Bedingung des schnellen Zerlegens und Zusammensetzens mit der Hand auch die Möglichkeit des Lockerns in den Fugen einschliesst und um so näher rückt, je grösser verhältnissmässig die Ladungen sind, mit denen man schieisst. Das System eignet sich daher mehr für Haubitzen und Mörser, als für Flachbahnkanonen.

Der Amerikaner Edwin Blood aus Chicago hat nun, wie *Scientific American* vom 25. December 1897 mittheilt, ein neues System zerlegbarer Geschützrohre erfunden, welches sich für jede Geschützart, auch die schwersten Schiffs- und Küstenkanonen zum Beschiessen von Panzern eignen soll. Wie die Abbildungen 218 und 219 erkennen lassen, wird das Geschützrohr aus einem Seelenrohr und einer grossen Anzahl auf dasselbe aufgeschobener ringförmiger Scheiben aufgebaut, welche von vier Zugstangen zusammengehalten werden, die durch die Oesen der dicken Platten am Boden, an der Mündung und vor den Schildzapfen hindurchgehen und durch aufgeschraubte Muttern zur Wirkung kommen. Die Schildzapfen sind dadurch gebildet, dass die betreffenden Ringscheiben nach beiden Seiten verlängert, rund abgedreht und durch aufgeschobene Ringe zusammengehalten werden. Die aus gewalztem Stahl hergestellten Ringscheiben sind der Reihenfolge nach beziffert, hierdurch und durch das Eingreifen eines Zapfendübels in die vorliegende Scheibe ist das schnelle Zusammensetzen gesichert. In den auf diese Weise hergestellten Rohrmantel wird das nach der Mündung zu aussen sich verjüngende Seelenrohr vom Boden her mit bestimmtem Druck hineingepresst. Mit seinem hinteren Ende stützt sich das Seelenrohr gegen den Keilverschluss, der den Rückstoss beim Schiessen auffängt und ihn auf die Zugstangen überträgt. Um diese aber in ihrem Widerstande zu unterstützen und einen Theil des letzteren auf die Ringscheiben zu übertragen, sind durch dieselben, etwa von den Schildzapfenscheiben an, vier Stück nach hinten sich verjüngende Bolzen gesteckt (Abb. 219), auf welche hinter der Bodenplatte Muttern aufgeschraubt sind, so dass der ganze Rückstoss von den 8 Zugstangenmuttern aufgefangen werden muss, von denen der Widerstand auf die Zugstangen übergeht. Es wird mithin von deren Verhalten auch die Brauchbarkeit des Systems abhängen. Die von den Schildzapfen bis zur Mündung reichenden Theile der Zugstangen haben im Wesentlichen nur die Aufgabe, ein Verbiegen des Rohrkörpers zu verhüten, womit auch die Schwäche des russischen und englischen Systems glücklich umgangen ist.

Ob das Bloodsche System sich bewähren wird, können nur Schiessversuche lehren, die voraussichtlich bald stattfinden werden, da das Kriegsdepartement der Vereinigten Staaten von Nordamerika die Erprobung des Systems angeordnet und die englische Regierung das Recht zur Verwerthung dieser Erfindung erworben hat. Sollte sich die Construction Bloods als zweckmässig erweisen, so wäre deren praktische Verwerthung für Belagerungsgeschütze nicht ausgeschlossen, da die Panzerthürme der modernen Festungen wahrscheinlich die Bekämpfung mit

schwereren Haubitzen oder Mörsern und von grösserem Kaliber, als sie jetzt in der Belagerungsartillerie gebräuchlich sind, nothwendig machen wird, deren Fortschaffung zu ihrem Aufstellungsort in Folge ihrer Zerlegbarkeit sich ermöglichen lässt.

Blood verbindet mit seiner Erfindung allerdings den Zweck der leichteren und schnelleren Herstellbarkeit der Geschützrohre, in so fern die vielen einzelnen Theile seines Rohrkörpers die weitestgehende Arbeittheilung gestatten, während die Anfertigung der Ring- und Mantelringrohre nicht nur sehr zeitraubend ist, sondern auch ein vorzügliches Material in grossen Blöcken und viel Erfahrung in deren Bearbeitung erfordert. Für die Amerikaner mögen diese Gründe ein leichteres Arbeitsverfahren erwünscht machen, uns könnten dieselben nicht veranlassen, unser bewährtes, zuverlässiges System des Rohraufbaues, mit Ausnahme für schwerste Belagerungs-Haubitzen und -Mörser, aufzugeben. Am allerwenigsten würden wir es auf Schiffs- und Küstengeschütze anwenden, wie Blood beabsichtigt, selbst wenn sich das System hierzu tauglich erweisen sollte.

J. CASTNER. [5768]

Die analytische Waage.

Von Professor Dr. OTTO N. WITT.

Mit einer Abbildung.

„In hoc signo vinces!“ — diesen berühmten Spruch hätten Black, Wenzel und Lavoisier über die Waage schreiben können, welche sie, jeder in seiner Weise, in das Laboratorium des Chemikers eingeführt haben. In der That verdankt die Chemie ihre erstaunlichen Erfolge nur der systematischen Benutzung der Waage bei ihrer Arbeit und der Erkenntniss, dass alle qualitative Arbeit an sich unvollkommen ist und höchstens als Vorbereitung der quantitativen Durchforschung der Vorgänge im Reiche der Atome gelten kann.

Mit Recht betrachtet daher der Chemiker den Besitz einer guten Waage als erste Bedingung erfolgreicher Arbeit und mit Stolz pflegt er gelegentliche Besucher seines Laboratoriums vor das geliebte Instrument zu führen und seine Vorzüge zu preisen. Schnelle Arbeit, Constanz der Empfindlichkeit, Genauigkeit bis auf das Zehntelmilligramm — das sind die Tugenden, welche besonders gerne betont werden, aber in den meisten Fällen begegnet der glückliche Eigenthümer des gepriesenen Instrumentes nur dann dem erhofften Verständniss, wenn er es mit Fachgenossen zu thun hat. Dagegen liest er in den Augen anderer Besucher regelmässig jenes unbeschreibliche Etwas, welches ihn veranlasst erklärend hinzuzusetzen: „Ein Zehntelmilligramm ist der zehnmillionste Theil eines Kilogramms.“ Aber auch mit dieser Erklärung ist herzlich wenig gewonnen, denn in das Wesen

der Waage hat auch sie den Besucher nicht eingeweiht. Derselbe geht vielmehr weg in dem Bewusstsein, ein blank polirtes Instrument in einem Glaskasten gesehen zu haben, welches zu complicirt war, als dass man es hätte verstehen können. Aus der Thatsache, dass es sauber in seinem Kasten verschlossen war, schliesst der Besucher, dass es nur selten gebraucht wird, und aus den Mittheilungen des Besitzers, dass es in den seltenen Fällen seiner Benutzung ganz erstaunliche Resultate liefert.

Beide Schlüsse sind falsch. Dem Chemiker ist die Waage genau so unentbehrlich wie dem Schreiber die Feder oder dem Maler der Pinsel. Sie ist kein Prunk- oder Paradedstück des Laboratoriums, sondern das unentbehrlichste Werkzeug desselben und das, was unsre Besucher als erstaunliche Leistungen registriren, ist nicht mehr und nicht weniger als das, was wir im Interesse unsrer Arbeit unbedingt verlangen müssen. Es fehlt auch glücklicherweise nicht an Mechanikern, welche im Stande sind, jegliche Garantie dafür zu leisten, dass jede bei ihnen gearbeitete Waage auf die Dauer diese Forderung erfüllt.

Nichts desto weniger haben wir alle Ursache, stolz darauf zu sein, dass unsre Feinmechanik derartige Instrumente mit Sicherheit und in grossen Mengen herzustellen vermag. Unser Vorstellungsvermögen bewegt sich, was Gewichte anbetrifft, in so engen Grenzen, dass es uns bei sehr kleinen Mengen vollständig im Stiche lässt und erst auf Umwegen zu einigem Verständniss gelangen lässt.

Wie viel ist ein Zehntelmilligramm? Natürlich müssen wir an eine bestimmte Substanz denken, wenn wir uns irgend etwas bei dem Worte vorstellen wollen. Da höre ich denn antworten: „Eine kleine Messerspitze voll Salz!“ „Ein Tropfen Wasser!“ Weit gefehlt, meine verehrten Leser. Diese kleinsten Maasse des täglichen Lebens reichen nicht aus. Ein frei sich bildender Wassertropfen hat stets die gleiche Grösse, aber er ist ein Koloss im Vergleich zu der Menge, welche wir uns hier vorstellen wollen, denn er wiegt, wenn er bei einer Temperatur von 21^o entstand, 137^o Decimilligramm. Die kleinste Messerspitze Salz aber, die wir unsren Speisen zufügen, wird vermuthlich noch über dieses Gewicht hinausgehen.

Ein anderer Weg wird uns zum Ziele führen. Ein Quartbogen starken Briefpapiers pflegt 5 Gramm zu wiegen. Einen solchen müssten wir also in 50 000 Schnitzel von gleicher Grösse zerschneiden, wenn jedes dieser letzteren ein Zehntelmilligramm wiegen sollte. Mit anderen Worten: das allerkleinste Schnitzelchen Papier, das wir eben noch mit einer sehr scharfen kleinen Scheere von einem Bogen Papier abtrennen können, wird ungefähr eine Vorstellung von derjenigen Menge Substanz geben, welche wir als ein Zehntelmilligramm be-

zeichnen. Von einer guten chemischen Waage aber verlangen wir, dass sie uns gestatte, eine grössere oder geringere Menge irgend einer Substanz bis auf diese äusserst geringe Menge genau und dabei doch rasch abwiegen zu lassen. Wie muss ein Instrument eingerichtet sein, welches diese Forderung erfüllen soll?

Die analytische Waage ist — und das ist eben das Merkwürdige an ihr — nicht anders eingerichtet, als jede gewöhnliche Waage, sie beruht auf den gleichen Principien und bringt dieselben in gleicher Weise zur Anwendung. Wir verfahren hier also anders, als bei manchen anderen Dingen, wo wir grössere Feinheit der Arbeit durch Abänderung der Methode erzielen. Das gewöhnliche Vergrösserungsglas versagt uns bei einem gewissen Punkte den Dienst und wir müssen zum zusammengesetzten Mikroskop unsre Zuflucht nehmen, wenn wir weiter kommen wollen. Aber auch das zusammengesetzte Mikroskop hat in seinen Principien umgestaltet werden müssen, ehe es zu neuen Leistungen befähigt wurde. Anders die Waage. Sie ist sich stets gleich geblieben, die Grenzen ihrer Verfeinerung sind nur gegeben durch die Genauigkeit ihrer mechanischen Ausführung und es bliebe uns nichts über sie zu sagen, wenn Jedermann die gewöhnliche Waage, die er täglich in die Hand nimmt, wirklich von Grund aus verstünde. Das ist aber nicht der Fall. Auch die gewöhnliche Waage gehört zu den Dingen, welche uns so vertraut sind, dass wir uns nie die Mühe nehmen, sie genauer zu betrachten.

Die Waage ist bekanntlich eine Maschine, deren Principien bei den allerersten Anfangsgründen der Physik erläutert werden. Sie ist ein gleicharmiger Hebel. Lassen wir auf den einen Arm eine Kraft, also z. B. das Gewicht einer Substanz wirken, so müssen wir den anderen Arm in gleicher Weise beanspruchen, wenn das Ganze unbeweglich verharren soll. Im Princip wird jede, auch die allerkleinste Beanspruchung eines Armes das Gleichgewicht stören, bei der wirklichen Ausführung dagegen wird die bekannte Erscheinung eingreifen, welche sich aller mechanischen Arbeit widersetzt, die Reibung. Die Aufgabe des Mechanikers, welcher eine Waage baut, wird es daher sein, die Reibung der bewegten Theile auf ein Minimum zu reduciren. Aus diesem Grunde hängen wir den Balken einer guten Waage nicht an einer Achse auf, die sich in ihrem Lager reibt, sondern auf einer haarscharfen Stahlschneide, welche durch ihre Längenerstreckung gleichzeitig bewirkt, dass der Balken nicht nach allen Richtungen, sondern bloss in einer einzigen Ebene schwingen kann. Damit die harte Stahlschneide unter dem Gewicht des auf ihr ruhenden Balkens sich nicht in ihre Unterlage, die Pfanne, eingraben kann, machen wir die letztere aus einem Material, das noch härter ist, als Stahl.

nämlich aus Achat. An die beiden Enden des Balkens, genau gleichweit von der Mittelschneide entfernt, hängen wir die Schalen der Waage und benutzen auch hier wieder das Princip der Aufhängung in Stahlschneiden und Achatpfannen, welches die beste Ueberwindung der Reibung gestattet.

Unsre Waage ist fertig, aber es bleiben noch viele Dinge zu berücksichtigen, wenn sie gut und brauchbar sein soll.

Vor Allem ist da die Frage nach dem Schwerpunkt, der immer zu berücksichtigen ist, wo es sich um Dinge handelt, die im Gleichgewicht schweben. Jede Schwingung der Waage verschiebt den Schwerpunkt, liegt derselbe nun von Hause aus über dem Aufhängungspunkt (also der Mittelschneide), so wird seine Verschiebung im gleichen Sinne auf den Balken wirken, wie die Last, oder mit anderen Worten, die Waage wird nicht das Bestreben haben, in die alte Gleichgewichtslage zurückzukehren, sondern umgekehrt, die Tendenz, überzukippen. Liegt dagegen der Schwerpunkt unter der Schneide, so wird das Gewicht des Balkens dem Gewicht der Last entgegenarbeiten, statt eines Ueberkippens werden wir nur eine Veränderung der Gleichgewichtslage haben, der Balken wird in schiefer Stellung ein neues Gleichgewicht finden, oder, wie man zu sagen pflegt, einen Ausschlag zeigen. Aus diesem Grunde muss bei jeder Waage der Schwerpunkt unter dem Aufhängepunkt liegen. Die Erfüllung dieser Forderung ergibt sich aber schon daraus, dass an dem Balken auf beiden Seiten die Schalen herabhängen, welche ganz von selbst den Schwerpunkt des ganzen Systems unter den Aufhängepunkt verlegen.

Nun ist es aber keineswegs gleichgültig, wie tief der Schwerpunkt liegt. Je tiefer er sinkt, desto mehr beeinflusst das eigene Gewicht der Waage die Wirkung der Last, oder, mit anderen Worten, desto unempfindlicher wird die Waage. Bei der gewöhnlichen Waage des täglichen Lebens liegt der Schwerpunkt sehr tief, sie ist daher auch nur wenig empfindlich. Sie ist ein träges Instrument, welches gerade durch seine Trägheit uns gestattet, grössere Mengen von Substanzen mit annähernder Genauigkeit zu wägen, ohne dass die vorkommenden Differenzen zwischen Last und Gewicht sich durch allzu grosse Unruhe der Waage bemerkbar machen.

Ganz anders die analytische Waage. Sie ist — und soll sein — ein nervöses Instrument, welches durch die kleinsten Differenzen zwischen Last und Gewichten erregt wird und sich nicht eher beruhigt, als bis wirklich die Beanspruchung beider Arme eine vollkommen gleiche ist. Um dies zu erreichen, müssen wir den Schwerpunkt so hoch nach oben legen wie möglich, gleichzeitig aber das Gewicht des ganzen Systems möglichst gering machen. Endlich muss noch

der Waagebalken unter allen Umständen seine Form unverändert behalten, vollkommen steif sein. Alle diese Forderungen erfüllen wir, wenn wir den Balken aus einem einzigen Stück möglichst leichten Metalles, z. B. Aluminium in Form eines breiten durchbrochenen Trägers aussägen, die tragende Mittelschneide unter der Mittellinie des Trägers anbringen und den Schalen ein solches Gewicht geben, dass der Schwerpunkt des Ganzen ziemlich nahe unter der Mittelschneide liegt. Da nun aber der Schwerpunkt des Systems auch durch die von den Schalen getragene Last nach unten verlegt wird, so wird die Empfindlichkeit der Waage stets abnehmen mit der Grösse der Last. Es wird mit anderen Worten eine Waage ihre volle Empfindlichkeit nur bis zu einer gewissen Grösse der Last zeigen. Von Analysenwaagen verlangt man, dass sie Lasten bis zu 200 Gramm noch mit Genauigkeit wiegen lassen.

Da jede Wägung damit anfängt, dass wir ungleiche Lasten auf den beiden Schalen haben, so ist es nothwendig, einen Maassstab für die Grösse der Differenz der Lasten zu haben. Einen solchen giebt uns die an keiner Waage fehlende Zunge, jener leichte, in der Mitte des Balkens befestigte Zeiger, der entweder nach unten oder nach oben weist und an einer Scala die Grösse des Ausschlages anzeigt. An analytischen Waagen weist die Zunge stets nach unten. Man giebt ihr fast die ganze Länge der tragenden Säule und befestigt an dieser unten die feine, aus Elfenbein gearbeitete Theilung, auf der man den Ausschlag der Waage ablesen kann. An dieser Zunge oder an einer nach oben weisenden Schraube kann man dann noch ein Laufgewicht anbringen, welches sich an einer eingeschnittenen Schraube bewegt und durch dessen Verschiebung man die Schwerpunktsverhältnisse der Waage und damit ihre Empfindlichkeit reguliren kann.

Sehr wichtig ist es nun aber, dass die Waage bei verschiedener Gesamtbelastung für ein vorhandenes Uebergewicht stets den gleichen Ausschlag gebe, denn nur in diesem Falle ist der Experimentator in der Lage zu schätzen, wie weit er noch vom Gleichgewicht entfernt ist. Diese Bedingung wird nur dann erfüllt, wenn alle drei Drehpunkte der Waage in einer geraden Linie liegen. Es ist daher eine der ersten Bedingungen, welche jede feine Waage erfüllen muss, dass die Mittelschneide und die beiden Endschnitten, an welchen die Schalen hängen, einander genau parallel und in der gleichen Ebene angebracht sein müssen. Die genaue Erfüllung dieser Bedingung ist nicht leicht und nur durch die sorgfältigste mechanische Ausführung möglich.

Wenn im Vorstehenden die Bedingungen festgelegt sind, welche eine Waage erfüllen muss, wenn sie überhaupt zu feinen Wägungen geeignet

sein soll, so bleiben andererseits noch einige Erfordernisse übrig, welche aus rein praktischen Gesichtspunkten entspringen. Eine Waage, welche bloss aus den Theilen bestehen würde, welche bisher erwähnt wurden (wie es eine gewöhnliche Waage thatsächlich thut), würde garnicht zu benutzen sein, weil jedes auf sie fallende Stäubchen ihren Gleichgewichtszustand verändern, jeder Luftzug sie in Schwingungen versetzen würde. Eine feine Waage muss daher unbedingt in einem dicht schliessenden, mit Glasscheiben zur Beobachtung versehenen Gehäuse nicht nur verwahrt, sondern auch benutzt werden, um sie vor allen äusseren Einflüssen zu hüten. Die allerfeinsten Waagen, wie sie allerdings nur ganz ausnahmsweise für ganz besondere Zwecke gebraucht werden, können sogar von dem Beobachter nur aus der Ferne gehandhabt werden, weil sonst Störungen durch die von dem Beobachter ausstrahlende Wärme entstehen. Doch von diesen ausnahmsweise feinen Instrumenten soll hier nicht die Rede sein, sondern von der gewöhnlichen Analysenwaage, welche immerhin schon fein genug ist, um sicheren Schutz vor störenden Einflüssen zu verlangen. Also nicht wie die Hausfrau ihre Nippsachen, bloss zum Schutz vor dem Verstauben, bewahrt der Chemiker seine Waage im Glaskasten.

Ein anderes praktisches Erforderniss sind die sogenannten Arretirungen, Vorkehrungen, welche gestatten, die Schneiden von ihren Schalen abzuheben, die Schalen zu unterstützen, gewissermassen alle beweglichen Theile der Waage aus einander zu nehmen und jeden für sich so aufzubewahren, dass ein Handgriff genügt, um Alles wieder in richtiger Ordnung zusammenzupassen und gebrauchsfähig zu machen. Solche Arretirungen, welche sich in rudimentärer Ausführung bereits bei besseren Apothekerwaagen befinden, bestehen in oft sehr sinnreich construirten Hebelmechanismen, welche gewöhnlich durch einen Excenter in Bewegung versetzt werden und theils unter dem Gehäuse der Waage, theils im Inneren der tragenden Säule verborgen sind. Auf die wechselnden Details ihrer Construction wollen wir nicht eingehen, sondern lediglich auf den Nutzen, den sie uns gewähren. Hätten wir nämlich keine Arretirungen, so würde die Waage schon beim Auflegen der Last und der Gewichte in so heftige Schwingungen gerathen, dass an eine Beruhigung garnicht zu denken wäre. Ausserdem aber würde die fortwährende Beanspruchung der Schneiden diese gar bald stumpf und unbrauchbar machen. Im Allgemeinen kann man sagen, dass eine Waage immer arretirt sein muss, wenn ihr Gehäuse offen steht. Erst wenn nach Vorbereitung alles Nöthigen das Gehäuse geschlossen worden ist, kann durch Oeffnung der Arretirung die eigentliche Wägung begonnen werden. Nun kann es aber geschehen, dass,

namentlich wenn schon annähernd die richtige Belastung mit Gewichten erreicht ist, die Waage auch bei geöffneter Arretirung in ihrer Ruhelage verharrt. Wenn wir uns dabei beruhigen wollten, so würden wir manche ungenaue Wägung in den Kauf nehmen müssen. Eine Waage zeigt was sie kann, erst, wenn sie in Schwingungen versetzt ist. Nur wenn sie bei diesen nach beiden Seiten hin gleichen Ausschlag liefert, dürfen wir die Wägung als beendet ansehen. Wenn daher eine Waage in der Gleichgewichtslage stehen bleibt, so gilt es, sie in Schwingungen zu versetzen, was in der Weise geschieht, dass man das Gehäuse etwas öffnet und mit der Hand etwas Luft hineinfächelt.

Ein Wort bleibt noch zu sagen über die Gewichte. Diese werden aus Messing verfertigt und zur Vermeidung jeglicher Aenderung durch Oxydation, stark vergoldet oder verplatinirt. Nur ganz ausnahmsweise bedient man sich der Gewichte, welche aus Bergkrystall oder massivem Platin verfertigt und dann natürlich höchst kostspielig sind. Alle Gewichte von 0,5 Gramm abwärts werden dagegen immer aus Platinblech oder Platindraht gefertigt, doch kann das Centigramm als das kleinste gangbare Gewicht bezeichnet werden. Wie macht es nun der Chemiker, um auch noch die ausserordentlich kleinen Mengen zu wägen, von denen vorhin die Rede war, die Milligramme und ihre Zehntel?

Zu diesem Zwecke bedient man sich einer höchst sinnreichen Einrichtung, der sogenannten Reiter. Der Waagebalken wird von seinem Mittelpunkte bis an sein Ende in genau hundert gleiche Theile getheilt und auf ihm wird ein aus Platindraht η -förmig hergestelltes Centigramm-Gewicht durch eine von aussen bewegliche Hebelvorrichtung verschoben. Nach den bekannten Gesetzen des Hebels wirkt ein Gewicht, welches z. B. nur auf der halben Länge des Balkenarmes sitzt, nur mit der Hälfte seiner Last. So können wir durch Verschiebung des Reiters auf den hundert Graden der Theilung das aufgelegte Gewicht von Zehntelmilligramm zu Zehntelmilligramm ändern und sogar noch Fractionen dieser sehr kleinen Grösse mit Genauigkeit schätzen.

Jede Wägung wird nun in der Weise ausgeführt, dass wir, zunächst bei offenem Gehäuse durch systematisches Auflegen von Gewichten das Gewicht eines zu wägenden Körpers annähernd genau, d. h. bis hinab zu den Centigrammen ermitteln, dann den Kasten schliessen und wiederum durch systematisches Verschieben des Reiters die Feinwägung vollenden. Bei jeglicher Aenderung in der Gewichtsbelastung muss natürlich die Waage arretirt, bei jeder erneuten Beobachtung auf den Grad des Ausschlags nach beiden Seiten hin geprüft werden.

Lassen wir gewisse Verfeinerungen — wie z. B. die Doppel- und die Substitutionswägungen

u. A. m. — bei Seite, so können wir sagen, dass unsre Schilderung der Analysenwaage und ihres Gebrauches ziemlich vollständig ist und Alles umfasst, was man seit Berzelius Zeiten für nothwendig und auskömmlich erachtet hat. Erst die Neuzeit hat auch auf diesem Gebiete mit der alten Tradition gebrochen und das vielerprobte Alte durch wohlersonnenes Neues vervollständigt. Unsre Aufgabe wäre nur halb gelöst, wenn wir den sinnreichen Neuerungen an der analytischen Waage nicht gerecht würden.

Bahnbrechend auf diesem Gebiete hat wohl der Hamburger Mechanikus Paul Bunge gewirkt, der gegen Ende der sechziger Jahre den Einfluss untersuchte, den die Länge des Waagebalkens auf die Arbeit der Waage ausübt. Er fand, dass eine Waage um so schneller schwingt, je kürzer ihr Balken ist, und wurde durch diese Entdeckung zum Begründer des Systems der kurzarmigen Waagen, welche durch ihre rasche Arbeit sich begeisterte Anhänger namentlich unter den Analytikern erwarben, für welche es nicht gleichgültig sein kann, ob von zwanzig Wägungen, die sie vielleicht täglich auszuführen haben, jede fünfzehn oder nur fünf Minuten Zeit beansprucht. Bunges erste Waagen besaßen trotz ihrer ausgezeichneten Ausführung doch noch manche Fehler und sind daher im Laufe der Zeit vielfach abgeändert worden, auch ist man von den ganz kurzen Balken zurückgekommen und zu solchen übergegangen, welche zwar kürzer sind, als die früher üblichen, aber länger, als die von Bunge eingeführten. Ungemein viel ist ferner erreicht worden durch Herstellung der Balken aus dem leichten Aluminium, durch mannigfache Vervollkommnungen in der Form, sowie dadurch, dass man das dem Verziehen unterworfenen Holzgehäuse aus solideren Materialien construirte. (Schluss folgt.)

Die lebensgefährlichen Gase der Steinkohlengruben.

Ueber die Art der den Kohlenbergmann seitens gasförmiger Substanzen drohenden Gefahren herrschen in weiteren Kreisen noch recht irrige Meinungen. Die Meisten wissen nur etwas vom Gruben- oder Schlagwettergase (Methan), dessen Explosionen schon unzählige Bergleute jäh getödtet haben. Nun gelten jedoch die Schlagwetterexplosionen an sich noch nicht einmal für so schlimm, als diejenigen von Kohlenstaub, aber in beiden zusammen haben viel weniger Menschen ihren Tod gefunden, als wie erst im Verlauf von einigen Stunden nach jenen in den „Nachschwaden“ umgekommen sind.

Die Nachschwaden sind nach ihrem Ursprunge und den bei ihrer Bildung obwaltenden Umständen von sehr verschiedener Art und der

Leser wird vielleicht mit Verwunderung nehmen, dass gerade die allergefährlichsten Bestandtheile derselben solche Gase sind, welche ihm wohlbekannt sein dürften und denen an der Erdoberfläche (glücklicherweise jedoch in unschädlicher Verdünnung) zu begegnen er sehr oft Gelegenheit hat.

Wenn wir den Angaben des an den englischen Staatssecretär des Innern gerichteten Berichtes von John Haldane vertrauen, aus dem ein Auszug im Essener *Glückauf* (1897, Nr. 34) enthalten ist, so hinterlässt eine Grubenexplosion verschiedenartige Nachschwaden, wenn nur Schlagwetter (Grubengas) oder wenn Kohlenstaub zur Entzündung gelangt, und je nachdem die Menge des in der Grubenluft vorhandenen Sauerstoffs zur Aufzehrung des Explosivstoffs reicht oder nicht.

Kommt nur Grubengas zur Explosion, so hat der von Beimengungen freie Nachschwaden (zufolge der Formel $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$) folgende Zusammensetzung nach Hunderttheilen:

87,23 Stickstoff

1,05 Argon

11,72 Kohlensäure.

Diesen Bestand hat der Nachschwaden aber nur, wenn der Grubenluft vorher 9,47 pCt. Grubengas beigemischt waren; blieb die Menge des letzteren darunter, so wurde nicht aller disponibler Sauerstoff aufgezehrt; ein Schlagwettergemisch von 5 bis 6 pCt. Grubengas z. B. wird einen Nachschwaden mit noch 50 pCt. Luft oder 10,5 pCt. Sauerstoff-Beimengung hinterlassen. Bei den reinen Schlagwetterexplosionen ist aber Grubengas gewöhnlich reichlicher vorhanden, weil es sich schwer mit Luft vermischt; in solchem Falle mangelt es an Sauerstoff bei der Explosion und es bildet sich ausser Kohlensäure und Wasserdampf noch Kohlenoxyd. Der Nachschwaden stellt dann ein Gemenge dieser Gase mit etwa 80 pCt. Stickstoff und noch unzersetztem Grubengase dar. Da aber bereits bis 11 bis 13 pCt. mit Grubengas angereicherte Luftgemische nicht mehr zur Entzündung gebracht werden können, ist es unwahrscheinlich, dass ein auf solche Art entstandener Nachschwaden mehr als 3 oder 4 pCt. Kohlenoxyd enthalte.

Dermaassen beträchtliche Kohlenoxyd-Beimengung ist dagegen das Kennzeichen der aus Kohlenstaubexplosionen hervorgegangenen Nachschwaden. Die sich dabei abwickelnden Prozesse sind noch nicht völlig aufgeklärt. Eine vollständige Verbrennung der Kohlenstaubpartikelchen findet nämlich nicht statt, vielmehr scheint sich nur das durch trockene Destillation des Kohlenstaubes gebildete Gas zu entzünden, wobei aber die Destillationserhitzung und Gasentzündung sehr schnell und weithin auf andere Kohlenstaubmassen übertragen wird. Das durch diese Destillation entstehende Gas ist ein Ge-

misch von vorwaltendem Wasserstoff und Grubengas (Methan) mit bis zu 5 pCt. Kohlenoxyd, eben so viel oder noch mehr schweren Kohlenwasserstoffen, 2 pCt. Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium und etwas Kohlensäure und Stickstoff. Schon dieses Gasgemisch ist wegen des verhältnissmässig hohen Gehaltes an Kohlenoxyd gefährlich, noch verderblicher aber ist sein Nachschwaden. Denn selbst in dem Falle, dass das Gas bei Gegenwart sehr reichlicher Luft explodirt, erhält der Nachschwaden einen lebensgefährdenden Bestandtheil in der 0,2 pCt. betragenden Menge der schwefligen Säure. In den meisten Fällen wird es aber an Verbrennungsluft fehlen und dann entsteht bei der Explosion ein Gemenge von 80 bis 85 pCt. Stickstoff mit Kohlensäure und Kohlenoxyd, sowie mit wenig schwefliger Säure, Schwefelwasserstoff und den schweren, aus den Kohlenpartikelchen destillirten Kohlenwasserstoffen. Von diesen Gasen hat sich nach allen bisher gemachten Erfahrungen das Kohlenoxyd als das bei Weitem gefährlichste herausgestellt, und da dieses in den Nachschwaden der Kohlenstaubexplosionen in ungefahr der doppelten Menge vorhanden ist, als wie in denjenigen der Schlagwetter, ist die Furcht vor jenen wohl erklärlich. Dabei ist das Kohlenoxyd ein ungemein schnell wirkendes Gift, für den Bergmann jedoch ein besonders heimtückischer Feind deshalb, weil ihn sein „Geleucht“ nicht davor zu warnen vermag; während ihn diese seine Leuchte, die Sicherheitslampe, auf das Nahen oder die Gegenwart anderer schädlicher Gase durch ihr Verlöschen aufmerksam macht, versagt sie in diesem Falle den Sicherungsdienst und oft wurde sie nach Unglücksfällen noch brennend neben der Leiche ihres Trägers gefunden.

Die Einwirkung der bei den Grubenexplosionen wichtigsten Gase auf den menschlichen Körper, sowie auf die Grubenlampe, ist naturgemäss keine gleichartige.

Zunächst kommt da eine negative Erscheinung in Frage, nämlich nicht der Ueberfluss, sondern der Mangel an einem Gase, an der Lebensluft, dem Sauerstoffe. Der andere und Hauptgemengtheil der atmosphärischen Luft, der Stickstoff, ist ja kein unmittelbar schädliches, sondern ein indifferentes Gas; mangelt es dagegen an dem zum normalen Gemenge 21 pCt. liefernden Sauerstoffe, so stellen sich bei länger andauernder Einathmung ernste Folgen für den menschlichen Körper ein. Auf die Lampe wirkt jedoch schon eine Minderung des Sauerstoffgehaltes auf 17,6 bis 17,1 pCt., während sich die Athembeschwerden des Menschen erst bei 10 pCt. empfindlich steigern, wobei zugleich die Lippen eine bläuliche Farbe erhalten, welche sich bei nur 8 pCt. über das ganze Gesicht ausdehnt. Ein Sinken des Sauerstoffgehaltes

auf nur 5 bis 6 pCt. bewirkt Herzklopfen und Bewusstlosigkeit, welcher nach kurzer Zeit der Tod folgt; schon innerhalb 40 bis 50 Sekunden tritt dieser ein, falls vom Sauerstoff nur noch 1 bis 2 pCt. vorhanden sind.

Wo Kohlensäure vorhanden ist, bewirkt ein Gehalt an ihr von 3 bis 4 pCt. Athembeschwerden, von 6 pCt. Herzklopfen und Kopfwelch, welches sich bei 8 pCt. erheblich steigert; Bewusstlosigkeit mit nach einigen Stunden folgendem Tode tritt bei 11 pCt. Kohlensäuregehalt ein, in welcher Höhe er sich jedoch selbst in Nachschwaden sehr selten findet. Auf 13 pCt. neben 87 pCt. Stickstoff wächst er allerdings in einer gewissen Art von „schlechtem Wetter“ („black damp“) in Kohlenruben, die durch langsame Oxydation der Kohle unter Luftzutritt entsteht, sehr grosse Uebereinstimmung mit dem Nachschwaden von Grubengasexplosionen besitzt und sich, wegen ihres hohen specifischen Gewichtes von 1,037, in Tiefenräumen der Ruben leicht ansammeln kann. Die von dem „black damp“ drohenden Gefahren erscheinen mehr durch den Mangel an Sauerstoff, als wie durch die Gegenwart der Kohlensäure bedingt; jener wirkt schon früh auf das „Geleucht“ ein und bevor eine wirkliche Gefahr für den Menschen eintritt, warnt diesen auch das sich einstellende Herzklopfen. Als bemerkenswerth wird angegeben, dass sich bei Kohlensäuregehalt der Luft die Einwirkungen auf den Körper ganz allmählich steigern, während bei Sauerstoffmangel die Gefahr erst spät (bei verloschenen Leuchten!), aber dann gleich in einem hohen Grade eintritt.

Die Schädigungen durch Grubengas (Methan) sind, abgesehen von der Explosionsgefahr, ähnlich wie beim Stickstoff durch den Sauerstoffmangel gegeben. Noch eine 50 bis 60 pCt. Grubengas haltige Luft kann eine Zeit lang ohne erhebliche Nachwirkungen eingeathmet werden, obwohl schon bei 5 pCt. die Sicherheitslampen verlöschen. Da aber Grubengas leichter als Luft ist und sich mit dieser schwierig mengt, kann es vorkommen, dass in aufsteigenden Grubestrecken vordringende Menschen in fast reine Grubengasmengen gerathen, jäh das Bewusstsein verlieren und hinfallen. Beigemengt findet sich ihm bisweilen das äusserst giftige, aber an seinem Geruch leicht kenntliche Schwefelwasserstoffgas, von dem bereits 0,1 pCt. Bewusstlosigkeit und Tod herbeiführen.

Ein besonders giftiges Gas ist auch die schweflige Säure; schon ein Gehalt von 0,001 pCt. derselben macht sich durch einen gelinden, auf Augen und Luftwege ausgeübten Reiz bemerkbar, welcher sich bei 0,003 pCt. schon erheblich steigert. Athemnoth und jener noch vermehrte Reiz verrathen einen Gehalt von 0,04 pCt., während erst ein solcher von 0,1 pCt. nach kurzer Zeit den Tod herbeiführt.

Das besonders tückische Kohlenoxyd zeigt das eigenthümliche Bestreben, sich mit dem Farbstoff der rothen Blutkörperchen (Hämoglobin) zu einer viel festeren Verbindung zu vereinigen, als wie der Sauerstoff solche zu bilden vermag. Das mit Kohlenoxyd gesättigte Hämoglobin hat aber die Fähigkeit verloren, Sauerstoff in sich aufzunehmen und hierdurch wird der Tod herbeigeführt. — Die Wirkungen auf den Körper werden meist erst bemerkbar, wenn das Leben schon ernstlich gefährdet ist. Das Hämoglobin bindet mit 250 mal grösserer Energie das Kohlenoxyd als den Sauerstoff. Enthält die Luft 0,1 pCt. Kohlenoxyd, so sättigt sich das Blut mit gleichen Mengen von diesem und von Sauerstoff; hierdurch wird aber noch nicht sobald Bewusstlosigkeit oder Lebensgefährdung herbeigeführt, die Wiedererneuerung des Blutes oder seine Zurückführung auf normalen Bestand erfolgt jedoch nur ganz allmählich; 5 mal schneller hilft hierzu das Einathmen von reinem Sauerstoff. Befinden sich 0,2 pCt. Kohlenoxyd in der Luft, was einer Sättigung von 67 Procent im Hämoglobin entspricht, so tritt vollständige Bewusstlosigkeit mit bald nachfolgendem Tode ein.

Um jene Sättigung des Hämoglobins zur Hälfte mit Sauerstoff und zur anderen Hälfte mit Kohlenoxyd in einer 0,1 pCt. des letzteren enthaltenden Atmosphäre zu erreichen, muss der Aufenthalt eines erwachsenen Menschen in dieser $2\frac{1}{4}$ Stunden dauern; nur des dritten Theils der Zeit bedarf es aber hierzu, wenn der Mann arbeitet und desshalb schneller athmet; körperliche Anstrengungen erhöhen also die Gefahr bedeutend. Ernstlicher Lebensgefährdung gehen jedoch einige Warnungszeichen voran, die bei einem Sättigungsgrade des Blutes von 25 bis 30 pCt. deutlich erkennbar sind, und in Schwindel, Schwäche in den Gliedern, trübem Blick und Herzklopfen nach jeder Anstrengung bestehen. Sobald Gliederlähmung eingetreten, schwindet auch mehr und mehr das Bewusstsein. Bei hohem Kohlenoxydgehalte (1 bis 2 pCt.) der Luft treten in der Bewusstlosigkeit Zuckungen ein, ähnlich wie in einer Stickstoff-Atmosphäre. Die Nachwirkungen der Kohlenoxyd-Vergiftung sind auch bei Reconvalescenten Tage und oft Wochen lang von sehr ernster Natur und stellen sich währenddem heftiges Kopfweg, Uebelkeit und Erbrechen, sowie nicht selten Schüttelfrost ein; an Leichen fällt das rothe oder fleischfarbige Aussehen derjenigen Hauttheile auf, durch welche die Farbe des Blutes sichtbar ist; während diese in anderen Fällen bleiern und fahl erscheinen, giebt die (zumal in der Innenhandfläche leicht erkennbare) Röthung hier den Leichen oft das Aussehen von Leben.

Der Leser wird nun, nachdem er die Art der Gefährdungen kennen gelernt hat, auch wissen

wollen, wie man diesen am besten begegnet. Natürlich ist dieses Beste die Verhütung von Grubenexplosionen, insbesondere durch möglichst vollkommene „Wetterführung“, welche die gefährlichen Gase vertreibt und die Grube mit guter, frischer Luft reichlich versorgt. Ist aber dennoch ein Unglücksfall eingetreten, so hängt die Wahl des zweckmässigsten Rettungsmittels zumeist von localen Umständen ab. Eine eingehendere Darstellung der nach der Meinung des oben genannten Sachverständigen zu treffenden Maassnahmen würde jedoch nur Lesern mit fachtechnischen Kenntnissen verständlich sein, deshalb will ich mich hier auf Folgendes beschränken.

Die Lebensrettung nach einer Grubenexplosion hängt zumeist vielmehr von dem Verhalten der von ihr betroffenen Leute ab, als von demjenigen der Rettungsmannschaft. Bei dem geringsten Anzeichen einer Explosion sollte sich Jedermann sofort flach auf den Boden werfen, da er hierdurch der Verbrennung am ehesten entgeht. Ausserdem befindet sich hier die beste Athmungsluft, da die frische, kühlere Luft immer über die Sohle streicht. Körperliche Anstrengungen sind wegen der dadurch herbeigeführten Beschleunigung einer Vergiftung möglichst zu vermeiden. Nun macht sich zwar nach Explosionen und nach dem Aufhören der von diesen zerstörten Wetterführung in Schlagwettergruben ein stärkeres Auftreten des Grubengases bemerkbar; dies hat aber die gute Folge, den viel gefährlicheren Nachschwaden zurückzudrängen und zum Ausziehen nach dem Schachte zu veranlassen. Wartet ein Betroffener an einer geschützten Stelle das Verziehen oder wenigstens eine hinreichende Verdünnung des Nachschwadens ab, so kann er sehr wohl gerettet werden, wie dies eine Reihe von Beispielen bei grossen Grubenexplosionen gezeigt hat.

Von sehr erheblicher Wichtigkeit ist aber natürlicherweise auch, dass möglichst schnell frische Luft in die Grubenräume eingeführt werde, um die schädlichen Nachschwaden soweit (auf $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$) zu verdünnen, dass ohne Verzug die Rettungsmannschaft, welche ausser mit ihren Werkzeugen („Gezähe“) auch mit Sauerstoffapparaten und elektrischen Grubenlampen auszustatten ist (um die Gegenwart von Kohlenoxydgas zu erkennen, wird das Mitnehmen von Mäusen oder anderen kleinen Versuchsthiere empfohlen), gefahrlos zu den Verunglückten gelangen könne, welche möglichst schnell an die frische Luft zu bringen sind, wo dann versucht werden kann, anscheinend erloschenes Leben wieder zu erwecken.

O. L. [5625]

RUNDSCHAU.

Nachdruck verboten.

Ausserordentliche Unterschiede bestehen in der Vertheilung der Temperatur in Süsswasserseen und in mit Salzwasser erfüllten Becken, und von letzteren wieder zeigen die grossen oceanischen Becken ganz andere Verhältnisse, als die geschlossenen Binnenmeere. Wenn man im Sommer die Temperatur der verschiedenen Tiefen eines Süsswassersees einer Messung unterwirft, so findet man zunächst eine bis zu etwa 15 m Tiefe reichende Oberflächenschicht, deren Temperatur im obersten Theile durch den täglichen, im tieferen Theile durch den jahreszeitlichen Gang der Temperaturcurve bedingt wird, d. h. es finden innerhalb dieser Schicht beträchtliche Schwankungen und eine ziemlich rasche Abnahme der Wärme statt. Von der Tiefe von 15 m an verlangsamt sich diese Abnahme und erreicht bereits bei etwa 40 m ein Minimum, welches von da an durch den ganzen nach der Tiefe zu folgenden Theil der Wassersäule constant bleibt. Theoretisch müsste diese niedrigste Temperatur mit der grössten Dichtigkeit des Wassers zusammenfallen und dementsprechend 4 Grad betragen, in Wirklichkeit aber ist sie einige Zehntel Grad höher. Anders in der kalten Jahreszeit, wenn die Temperatur der Atmosphäre unter 4 Grad herabsinkt. In dieser ist die Oberflächenschicht am kältesten und die Temperatur wächst von hier aus nach der Tiefe zu wieder langsam, um bei etwas über 4 Grad constant zu bleiben. Forel hat die sommerliche Wärmeschichtung, wie sie in unseren Süsswasserseen sich einstellt, als die regelmässige bezeichnet, die winterliche dagegen als die umgekehrte, und hat darauf drei Typen von Seen basirt, indem er als den tropischen Typus denjenigen bezeichnet, in welchem jahraus, jahrein die regelmässige Wärmeschichtung sich findet, als den polaren Typus die Seen mit umgekehrter Wärmeschichtung und als den gemässigten diejenigen Seen, welche, wie diejenigen Europas, im Sommer die eine und im Winter die andere zeigen. Der Uebergang zwischen beiden wird durch einen Zustand bezeichnet, welcher in jedem See sich zweimal im Jahre einstellen muss, während dessen die gesammte Wassersäule eine gleichmässige Wärme von etwa 4 Grad besitzt. Die Ursache dieser gleichmässigen Tiefentemperatur liegt darin, dass das sich abkühlende Wasser in die Tiefe sinkt und durch an die Oberfläche tretendes wärmeres Wasser ersetzt wird. Im Verlaufe dieser Wanderung der Wassertheile muss natürlich das Becken sich in kurzer Zeit in seinen tieferen Theilen mit bis auf die äusserste Dichte abgekühltem Wasser erfüllen, welches keine höheren Temperaturen wieder annehmen kann, da die Erwärmung der Oberfläche durch Strahlung nicht bis zu diesen Tiefen hinabreicht und andere Ursachen einer verticalen Wasserbewegung fehlen.

Ganz anders verhalten sich dagegen die grossen oceanischen Becken: Auch in ihnen beobachtet man allenthalben eine Oberflächenschicht, deren Wärme nach unten rasch abnimmt, und darunter kältere Schichten mit immer langsamer sich erniedrigenden Temperatur. Da aber die grösste Dichte des salzhaltigen Wassers bei anderen Temperaturen liegt als die des Süsswassers, nämlich niedriger, so kann natürlich auch das Wasser in den oceanischen Becken eine niedrigere Temperatur annehmen, und zwar kann dieselbe bis zu -2 Grad sinken. Da nun die grossen Becken des Atlantischen und Stillen Oceans von einem Polargebiete durch die Tropen hindurch bis zum anderen reichen, so machen sich natürlich in den tiefen Schichten gewisse Differenzen geltend, aber

dieselben erreichen doch nur einen Betrag von etwa 4 Grad, in der Weise, dass in den polaren Meeren die tiefen Temperaturen -2 Grad, unter den Tropen dagegen $+2$ Grad betragen. Diese ausserordentlich niedrige Temperatur der Meere, selbst unter den Tropen, ist durch die starke Kältezufuhr der auf dem Grunde fliessenden kalten Meeresströmungen bedingt, die allmählich ihre niedrige Temperatur ungeheuren Wassermassen mitgetheilt haben.

Ganz auffällig unterscheiden sich nun von den grossen oceanischen Becken die abgeschlossenen Meere. Sie liegen zumeist innerhalb einer einzigen klimatischen Zone und sind in Folge dessen weder warmen tropischen noch kalten polaren Strömungen zugänglich, sondern haben ihre Temperaturregionen ganz für sich, vorausgesetzt, dass die Barre, die das Binnenmeer von dem nächstgelegenen oceanischen Becken trennt, so wenig tief liegt, dass die kalten, oceanischen Tiefenwasser nicht über sie hinwegströmen können (z. B. die flache Meerenge von Gibraltar). Ausserordentlich lehrreich ist in dieser Beziehung der Gegensatz, der zwischen dem Atlantischen und dem Mittelmeer besteht. Während in einem gewissen Abstände von der Strasse von Gibraltar das Atlantische Meer eine konstante Tiefentemperatur von $+2$ Grad besitzt, hat das mit ihm verbundene Mittelmeer die hohe Temperatur von $13,5$ Grad, die selbst in den tiefsten, 4000 m überschreitenden Theilen dieses complicirten Beckens sich gleich bleibt. Diese Tiefentemperatur stimmt überein mit derjenigen der mittleren Jahrestemperatur derselben Region. — Wenden wir uns vom Mittelmeere noch weiter nach Osten zum Schwarzen Meere, so hätten wir hier, entsprechend der durch das continentale Klima bedingten niedrigen Winter- und dadurch stark herabgedrückten mittleren Jahrestemperatur in seinen grösseren Tiefen etwa 6 Grad Wärme zu erwarten, und diese Temperatur ist auch thatsächlich in etwa 40 bis 50 Faden Tiefe in allen Theilen dieses Meeres vorhanden; von da an aber steigt merkwürdiger Weise die Temperatur, und zwar beträgt sie in 100 Faden Tiefe etwa $8,5$ Grad, in 200 Faden 9 Grad, in 300 Faden $9,2$ Grad, um so bis zu 1200 Faden (2200 m) Tiefe zu bleiben. Dieser eigenthümliche Umstand erklärt sich aus der Art und Weise der Verbindung des Schwarzen Meeres mit dem Mittelmeere. Durch den Bosphorus bewegt sich eine Oberflächenströmung mit einer Geschwindigkeit von etwa 3 m in der Sekunde in das Marmarameer hinein, durch die das warme und schwach gesalzene Pontuswasser dem Mittelmeer zugeführt wird. Gleichzeitig aber trägt eine starke Unterströmung das warme und salzreiche Tiefenwasser des Mittelmeeres in das Schwarze Meer hinein, und diese warmen Mengen, die den tieferen Schichten des Pontus zugeführt werden, sind es, die die eigenthümlichen Temperaturerhöhungen über das Jahresmittel herbei führen. Demselben Unterstrom verdankt das Schwarze Meer auch den höheren Salzgehalt seiner Tiefenschichten. Das Oberflächenwasser besitzt einen regional sehr verschiedenen Salzgehalt von $1,5$ bis $1,8$ Grad, der von den geringeren oder grösseren Süsswassermengen abhängig ist, die seine mächtigen Zuflüsse ihm zuführen. Nach der Tiefe hin nimmt aber der Salzgehalt zu und beträgt in 100 Faden Tiefe $2,1$ und in 1000 Faden $2,2$ pCt.

Das Schwarze Meer besitzt aber noch andere Eigenthümlichkeiten. Das animalische Leben in ihm ist vollkommen beschränkt auf die obersten Wasserschichten bis zu einer Tiefe von höchstens 100 Faden. In grösseren Tiefen ist jede Möglichkeit für thierisches oder pflanzliches

Leben ausgeschlossen, denn anstatt des zur Athmung nöthigen Sauerstoffgehaltes ist von dieser Tiefe an das Wasser mit einem nach unten stetig zunehmenden Gehalt an Schwefelwasserstoff beladen, jenem giftigen Gase, welches fast alles organische Leben tödtet. Dieser Schwefelwasserstoffgehalt beträgt in 100 Faden Tiefe im m^3 330 cm^3 , steigert sich aber in 200 Faden Tiefe bereits auf 2200 cm^3 , in 950 Faden Tiefe auf 5550 und in 1185 Faden Tiefe auf 6550 cm^3 . Urheber dieses Schwefelwasserstoffgehaltes ist, den obigen Ausführungen zum Trotz, ein in diesem vergifteten Wasser lebendes Wesen, natürlich eine Bakterie, die als *Bakterium hydrosulfuricum ponticum* bezeichnet ist, und zwar soll sie den Schwefelwasserstoff aus dem Schwefelgehalte thierischer Eiweissstoffe erzeugen. Das Schwarze Meer wimmelt in seinen Oberflächenschichten von planktonisch lebenden, kleinen Organismen, deren absterbende Körper als ein ununterbrochener Regen von organischer Substanz in die Tiefe des Meeres sinken. In gesunden Meeren werden diese abgestorbenen Stoffe von anderen Thieren, die in der Tiefe von ihnen ihr Dasein fristen, verzehrt und unschädlich gemacht. In dem vergifteten Pontuswasser aber fehlen derartige Vertilger der zahllosen Thierleichen, und sie verfallen unter dem Einflusse der oben beschriebenen Bakterien einem Fäulnisproceß, der die giftigen Gase liefert. Sobald der Schwefelwasserstoff in einer Tiefe von etwa 100 Faden unter der Oberfläche mit denjenigen Wassertheilen in Berührung kommt, die in vertikaler, durch Strömungen oder durch Temperaturdifferenzen erzeugter Bewegung sich befinden, wird er durch den Sauerstoffgehalt dieser gesunden Wasser oxydirt, und so die oberste Schicht dieses Meeres von ihm frei und für die Thierwelt bewohnbar erhalten. In dieser Grenzregion soll eine zweite Bakterie den Hauptantheil an der Desinfection des Wassers haben, indem sie ihrer Genossin auf dem Grunde entgegenwirkend, den Schwefelwasserstoff wieder in harmlose Sulfatverbindungen überführt. Nicht zu allen Zeiten waren die Pontischen Tiefen des organischen Lebens baar: an einer ganzen Anzahl von Stellen hat die Dredge vom Meeresgrunde die Schalen von abgestorbenen Muscheln und Schnecken zu Tage gebracht, die heute unmöglich an jenen Stellen existiren könnten, Lebewesen, die grösstentheils mit heutigen Arten übereinstimmen und uns darüber belehren, dass in sehr jugendlicher Zeit der Pontus ein geschlossenes, schwach salziges Brakwasserbecken darstellte. Die russischen Gelehrten, die sich hauptsächlich um die Erforschung dieses Meeres verdient gemacht haben, nehmen an, dass die Umwandlung der gesammten Lebensbedingungen in diesem Brakwassersee in sehr jugendlicher postpliozäner Zeit erfolgte, und zwar dadurch, dass durch einen Einbruch die Meerenge geschaffen wurde, die heute Asien von Europa trennt, dass mit dem Entstehen des Bosphorus die salzreichen Wasser des Mittelmeeres in den Pontus eintraten und die gesammte, an sie nicht gewöhnte Fauna in kürzester Zeit total abtöteten. Ehe noch durch diese enge Strasse ein neues Thierleben einzuwandern vermochte, welches dem salzreichen Wasser folgen und in ihm leben konnte, hatten bereits die unheimlichen Mikroben ihre Thätigkeit eröffnet und durch Vergiftung des Grundwassers die Einwanderung einer neuen Fauna unmöglich gemacht.

Dr. K. KEILHACK. [5776]

* * *

Die Benutzung der Sonnenstrahlen zum Maschinenbetrieb leidet an dem Uebelstand, dass durch das zeitweise Nichtscheinen der Sonne der Betrieb gestört wird. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, wird folgendes Ver-

fahren empfohlen: Die Sonnenstrahlen werden mittelst einer grossen Sammellinse oder auch mittelst eines grossen Brennspiegels auf eine thermo-elektrische Batterie geworfen, welche mit einem elektrischen Accumulator verbunden ist, der wiederum mit einem elektrischen Motor in Verbindung steht. So lange die thermo-elektrische Batterie in Folge der Bestrahlung durch die Sonne einen elektrischen Strom erzeugt, geht dieser durch den Accumulator, so dass dieser geladen wird und nach Aufnahme seiner Ladung den überschüssigen Strom nach dem Elektromotor sendet, der dadurch in Betrieb gesetzt wird und somit irgend eine kleine Maschine zu treiben vermag. Sobald aber die Sonne nicht mehr auf die thermo-elektrische Bahn einwirkt, wird deren Leitung nach dem Accumulator selbstthätig unterbrochen, so dass nunmehr die im Accumulator angesammelte elektrische Wirkung dazu dient, den Elektromotor für eine gewisse Zeit in ungestörtem Betrieb zu erhalten. [5754]

* * *

Ueber die Zerstörung von Nähadeln, Schreibfedern u. dergl. hat, wie die *Eisen-Zeitung* berichtet, ein Engländer eingehende Versuche angestellt. Er legte zu diesem Zweck einige hundert Messing- und Stahlstecknadeln, Nähadeln, Hutnadeln und Schreibfedern in einem Winkel seines Gartens nieder, wo sie allen zerstörenden Einflüssen der Witterung ausgesetzt waren, ohne dass unberufene Hände sie berühren konnten. Das Resultat war ein sehr merkwürdiges. Die gewöhnlichen Haarnadeln waren, im Durchschnitt von 154 Tagen, die ersten, die zu bräunlichem Rost oxydirt waren. Sobald sich dieser gebildet hatte, wurde er vom Winde fortgeblasen, und nach einem Zeitraum von sieben Monaten konnte man nicht mehr die geringste Spur von den Nadeln entdecken. Bei den gewöhnlichen weissen Stecknadeln dauerte es 18 Monate, die messingenen waren indessen schon lange vorher von Grünspan zerfressen. An den Federhaltern waren nach 15 Monaten die Stahlfedern vollständig weggerostet, während die hölzernen Griffe sich fast gar nicht verändert hatten. Möglich, dass die Farbe darauf, zu ihrer Erhaltung beitrug. Die polirten, kleinen Stahladeln hielten sich am längsten, über zweieinhalb Jahre. Am widerstandsfähigsten jedoch erwies sich ein schwarzer Bleistift. Er schien völlig unzerstörbar zu sein, denn sowohl das Holz als auch der Graphit blieben vollkommen erhalten, während weit härtere Dinge der Zerstörungskraft der Elemente anheim gefallen waren. [5781]

* * *

Ein tragbarer Scheinwerfer. Der französische Arzt Maréchal hat, wie wir der *Marine-Rundschau* entnehmen, einen tragbaren Scheinwerfer hergestellt, dessen Einrichtung auf der Eigenschaft feinen Platingewebes beruht, in einem Gemisch aus Kohlenwasserstoffdämpfen mit Luft hell zu glühen. Eine kleine Hohlkugel aus Platingewebe ist im Scheitel eines parabolischen Hohlspiegels angebracht, der an einem Handgriff getragen wird. Aus einer auf dem Rücken getragenen Luftpumpe wird in einen um den Leib geschnallten Behälter, der mit leichtem Kohlenwasserstoff gefüllt ist, Druckluft geleitet, die, nachdem sie sich hier mit Kohlenwasserstoffdämpfen gesättigt hat, durch einen Schlauch, der Platinkugel zuströmt. Wird nun dieses Gasgemisch entzündet, so entsteht nur auf wenige Augenblicke eine Flamme, die erlischt, sobald das Platinnetz zur Weissgluth gekommen ist, in der es dann verbleibt, trotz Regen und Wind, so lange das

Gas-Luftgemisch ihm zuströmt. Die Leuchtwirkung des Scheinwerfers reicht bis 300 m, wobei der Lichtkegel eine grösste Breite von etwa 30 m hat. Die Füllung einer kleinen Vorrichtung reicht für eine Gebrauchsdauer von vier bis fünf Stunden. Der Scheinwerfer ist besonders zum Absuchen von Schlachtfeldern bestimmt. a. [5769]

* * *

Elektrische Rangir-Locomotiven. (Mit einer Abbildung.) Im Anschluss an die Beschreibung der elektrischen Vollbahn-Locomotiven in Nr. 420 dieser Zeitschrift können wir jetzt mittheilen, dass die Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft nach ähnlichen Grundsätzen auch eine zweiachsige Rangir-Locomotive hergestellt hat, die bei einem Gewicht von 13 t einen Zug von 200 t auf gerader, ebener Strecke mit 7,2 km/st Geschwindigkeit befördert. Zur Stromleitung ist über dem Gleise für die Hin- und Rückleitung ein 8 mm dicker Hartkupferdraht isolirt derart ausgespannt, dass die Arbeitsleitung von Spanndrähten getragen wird. Als Stromabnehmer dienen drei auf dem Dache der Locomotive aufgestellte, auf federnden Stahlbändern befestigte Schleifbügel aus Aluminium, von denen der mittlere höhere gegen die beiden äusseren isolirt ist, während diese unter sich in leitender Verbindung stehen. In der Regel treten nur der mittlere und einer der beiden äusseren Seitenbügel in Wirksamkeit, nur an Weichen und Kreuzungen werden beide Seitenbügel auf kurze Strecken in der Weise gleichzeitig zur Stromabnahme benutzt, dass der im geraden Gleis unbenutzte Seitenbügel im abzweigenden Gleis die Stromleitung besorgt und der andere unbenutzt bleibt. Diese Einrichtung hat Luftweichen und Luftkreuzungen entbehrlich gemacht, sie schloss aber die Anwendung von Contactrollen aus, weil der Gebrauch der Rangirmaschine gerade das Befahren vieler Weichen nothwendig macht. Die Locomotive besitzt zwei auf Eisenträgern befestigte Motoren, an deren Gehäuse die Vorlegewelle gelagert ist, mittelst deren durch Zahnräder der Antrieb der Laufachsen erfolgt. Das Uebertragungsverhältniss ist 1:12, also viermal grösser als das der Personenzugs-Locomotive. Die normale Umdrehungszahl ist bei 500 Volt Spannung 600 in der Minute, wobei der Stromverbrauch für jeden Motor 40 Ampères und die Leistung etwa 21 PS beträgt. Die Höchstleistung erreicht 31 PS. Die Schaltungseinrichtungen gleichen denen der Personenzugs-Locomotive. C. [5671]

* * *

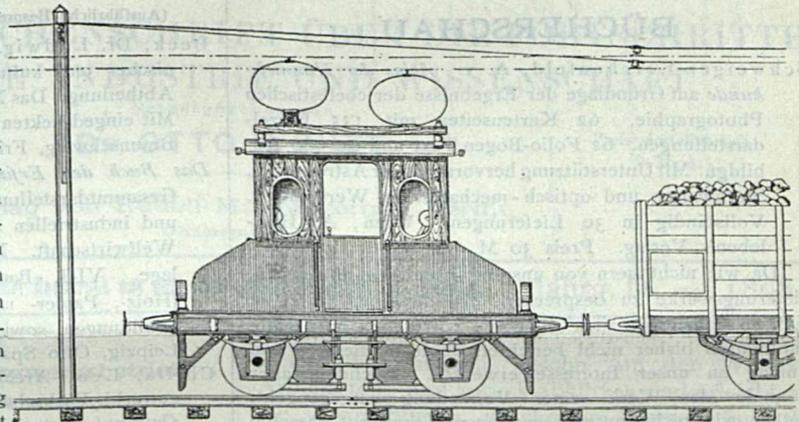
Das gelbe Fieber. Auch dieser Geissel des tropischen und subtropischen Amerika die tödtliche Gewalt abzustumpfen, scheint der an die bakteriologischen Forschungen anknüpfenden Heilkunde gelungen zu sein. Nach einer an die französische Akademie vom Director des bakteriologischen Instituts in Rio-de-Janeiro, Dr. Domingos Freire, gerichteten Mittheilung (C. r. 1895, II. 614), in welcher dieser eine ausführliche Charakteristik des Gelbfieber-Bacillus (*Mikrokokkus xanthogenicus*) giebt, sind an genanntem Orte seit dem Jahre 1883 an 13000 Personen jeden Alters, Gewerbes und Stammes Schutz-

impfungen mit geschwächten Mikrokokken-Culturen ausgeführt worden; obwohl nun die geimpften Leute zumeist eben erst in Brasilien angekommen und noch nicht acclimatisirt, dabei aber den heftigen Epidemien ausgesetzt waren, hat die Sterblichkeit unter ihnen doch nur 0,4 bis 0,6 pCt. betragen. O. L. [5749]

* * *

Sandgebläse. Der Wind, der über ein Dünenterrain dahinfährt, wirbelt bekanntlich, je nach seiner Stärke, grössere oder geringere Sandmassen auf, trägt sie fort und lagert sie an anderer Stelle wieder ab. Stellen sich der sandbeladenen Luft Hindernisse in den Weg, so haben diese unter einem Bombardement unzähliger Sandkörnern zu leiden, welche die verschiedensten Wirkungen hervorrufen, je nach der Beschaffenheit des Objectes. Steine, die auf dem Boden liegen, werden in der Weise bearbeitet, dass die dem Winde entgegengesetzte Seite des Steines allmählich abgeschliffen wird, so dass eine

Abb. 220.



Elektrische Rangir-Locomotive.

Fläche entsteht, die von zwei mehr oder weniger scharfen Kanten begrenzt wird. Blasen Winde in regelmässigen Abständen aus verschiedenen Richtungen der Windrose, so entstehen mehrere derartige Schlißflächen und Kanten, und es resultiren die lange Zeit umstrittenen sogenannten Kanten- oder Facettengeschlebe, in deren regelmässigen Formen man früher durchaus Spuren menschlicher Thätigkeit erkennen wollte. An grösseren Blöcken oder an anstehenden Gesteinen, die klippenförmig dem Sande entragen, erzeugt das Sandgebläse eigenthümliche, pockenartige Oberflächenformen, die ihrerseits wieder auf abgerundeten, eigenthümlich gestalteten Schlißflächen aufsetzen, deren Formenunterschiede durch geringfügige Differenzen in der Härte und Widerstandsfähigkeit der einzelnen Gesteinsschichten begründet sind. Wenn der Sandwind auf menschliche Siedlungen trifft, so sind es vor allen Dingen die Fensterscheiben, an denen die Wirkungen des Sandgebläses sich geltend machen, indem ihre Oberfläche genau in derselben Weise angeätzt und angegriffen wird, wie es der in diesem Falle die Natur nachahmende Mensch bei der künstlichen Bearbeitung von Glasflächen mit dem Sandstrahlgebläse thut, und wer an einem deutschen Dünenstrande einmal gewandert ist, wird auch an liegendebliebenen Glasflaschen oder Scherben derselben eine ähnliche mattirende Wirkung des Sandwindes beobachtet haben. Ueber einige interessante Einwirkungen des Sandwindes auf Einrichtungen

der modernsten Cultur konnte Professor Walther aus den transkaspischen Wüsten berichten: Das Riesenwerk der Eisenbahn, die von den Ufern des Kaspi in das centrale Asien hineinführt, durchquert ein Wanderdünengebiet von etwa 200 km Breite, in welchem die Dünen in der typischsten Weise als Sichelndünen (*Barchane*) entwickelt sind. Eine neue Locomotive der Transkaspischen Eisenbahn durchfuhr diese Wüstengebiete während eines Sandsturmes und war, als sie endlich ihr Ziel erreichte, auf der einen Seite wie mit Schrot beschossen und ihrer prächtigen, neuen Lackschicht vollkommen entkleidet, während die andere Seite sich noch eines unzerstörten Glanzes erfreute. Selbst der starke Telegraphendraht, der die Bahnstrecke begleitet, hat unter dem Sandwinde zu leiden und der 4 mm dicke Draht ist stellenweise schon bis auf die Hälfte seines Durchmessers vom Sande abgeschliffen, ja auf einer Stelle erwies es sich beim Auswechseln der zu dünn gewordenen Leitung, dass der Sand den Draht keilförmig zugeschliffen hatte. K. [5777]

BÜCHERSCHAU.

Schweiger-Lerchenfeld, A. v. *Atlas der Himmelskunde* auf Grundlage der Ergebnisse der coelestischen Photographie. 62 Kartenseiten mit 135 Einzeldarstellungen. 62 Folio-Bogen Text und ca. 500 Abbildgn. Mit Unterstützung hervorragender Astronomen, Sternwarten und optisch-mechanischer Werkstätten. Vollständig in 30 Lieferungen. Wien, A. Hartleben's Verlag. Preis 30 M.

Da wir nicht gern von unsrem Grundsatz abweichen, Lieferungswerke zu besprechen, ehe dieselben vollendet sind, so haben wir auch über die vorstehend angezeigte Publikation bisher nicht berichtet, obgleich dieselbe von Anfang an unser Interesse erweckte. Nachdem aber nunmehr das Werk seiner Vollendung entgegengeht, wollen wir nicht unterlassen; unsre Leser auf dasselbe aufmerksam zu machen.

An vortrefflichen populären Werken über Astronomie ist kein Mangel und es liessen sich wohl verschiedene namhaft machen, welche in unübertroffener Weise die Himmelskunde dem allgemeinen Verständniss erschliessen. So liegt denn auch die Existenzberechtigung des vorliegenden Werkes weniger in dem, was es bringt, als in der Art und Weise, wie das Gebrachte vorgeführt wird, mit anderen Worten, wir erkennen den Schwerpunkt dieser neuen, populären Himmelskunde in den Abbildungen, mit welchen jede Lieferung verschwenderisch ausgestattet ist. Damit rechtfertigt sich auch das von der Verlagsbuchhandlung gewählte ungewöhnliche Atlantenformat, die eigentlichen Himmelskarten treten in der Fülle des Gebotenen zurück, dafür aber erhalten wir eine überreiche Auswahl aus den vielen, in neuerer Zeit insbesondere auf photographischem Wege gewonnenen Bildern einzelner Gestirne. Unsres Wissens sind derartige Abbildungen noch niemals in so grosser Zahl und in so vollendeter Ausführung dem grossen Publikum allgemein zugänglich gemacht worden. Ausser den eigentlichen Tafeln, welche jede Lieferung enthält, finden wir noch ungemein zahlreiche und vollendet ausgeführte Illustrationen eingestreut in den Text. Die neueren Instrumente, welche zum grossen Theil durch die fürstliche Munificenz reicher Stifter in den Dienst der Wissenschaft gestellt worden sind, werden uns in Holzschnitten von vollendeter Sauberkeit gezeigt. Mitunter sehen wir das Portrait eines oder des anderen hervorragenden Astronomen. Besonders

zahlreich und schön sind die Wiedergaben der neueren Mondaufnahmen, aber auch ganzseitige photographische Bilder des gestirnten Himmels und insbesondere der in neuerer Zeit zu so grosser Bedeutung gelangten Sternnebel fesseln unser Interesse.

Ein strenger Plan ist bei der Abfassung des Textes nicht eingehalten, was schon deshalb nicht möglich war, weil eben die Abbildungen das bestimmende Moment in der Anordnung des Ganzen bilden. Nach unsrem Dafürhalten wird sich das Werk am besten dazu eignen, in Verbindung mit einer der älteren, populären Astronomien und als Ergänzung derselben studirt zu werden. Dann aber wird es auch in der Fülle dessen, was es bietet, ein ausserordentliches Interesse beanspruchen dürfen.

Das Werk kann um so eher den Anspruch auf weite Verbreitung erheben, als sein Preis, in Ansehung des Gebotenen, ein erstaunlich billiger ist. WITT. [5785]

Eingegangene Neuigkeiten.

(Ausführliche Besprechung behält sich die Redaction vor.)

- Beck, Dr. Ludwig. *Die Geschichte des Eisens* in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung. Vierte Abtheilung: Das XIX. Jahrhundert. Zweite Lieferung. Mit eingedruckten Abbildgn. gr. 8°. (S. 177 bis 352.) Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn. Preis 5 M.
- Das Buch der Erfindungen*, Gewerbe und Industrien. Gesamtdarstellung aller Gebiete der gewerblichen und industriellen Arbeit sowie von Weltverkehr und Weltwirtschaft. Neunte, durchaus neugestaltete Auflage. VIII. Band. Verarbeitung der Faserstoffe (Holz-, Papier- und Textilindustrie). Mit 687 Textabbildungen, sowie 5 Beilagen. gr. 8°. (VIII. 733 S.) Leipzig, Otto Spamer. Preis 8 M.
- Chilla, Leo, Architekt u. K. K. Director der kunstgewerblichen Fachschule für Glasindustrie zu Steinschönau. *Original-Entwürfe für das Glas- und Keramische Kunstgewerbe*. Vorlagen für das Fachzeichnen an kunstgewerblichen Fach- und Fortbildungs-Schulen, sowie für Kunsthandwerker. Mit Unterstützung des K. K. Ministeriums für Cultus und Unterricht herausgegeben. gr. Folio. (IV u. 22 Tafeln in Farbendruck.) Wien, Karl Graeser. Preis in Mappe 25 M.
- Fleischmann, Dr. A., a. o. Professor der Zoologie in Erlangen. *Lehrbuch der Zoologie*. Nach morphogenetischen Gesichtspunkten bearbeitet. Mit 400 Abbildungen und 3 Farbendrucktafeln. gr. 8°. (XII, 408 S.) Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag. Preis 11,60 M.
- Goebel, Dr. K., Professor an der Universität München. *Organographie der Pflanzen*, insbesondere der Archeoniaten und Samenpflanzen. I. Theil: Allgemeine Organographie. Mit 130 Abbildungen im Text. gr. 8°. (IX, 232 S.) Jena, Gustav Fischer. 6 M.
- Peters, H., Rektor der 1. Knaben-Volksschule in Kiel und Lehrer an der Praeparanden-Anstalt daselbst. *Bilder aus der Mineralogie und Geologie*. Ein Handbuch für Lehrer und Lernende und ein Lesebuch für Naturfreunde. Mit 106 Abbildungen im Text. gr. 8°. (VIII, 242 S.) Kiel u. Leipzig, Lipsius & Tischer. Preis 2,80 M. Gebunden 3,60 M.
- Zacharias, Johannes, Ingenieur. *Transportable Akkumulatoren*. Anordnung, Verwendung, Leistung, Behandlung und Prüfung derselben. Nach praktischen Erfahrungen dargestellt. Mit 69 Abbildungen im Text. gr. 8°. (VIII, 259 S.) Preis 7 M.