



ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Preis vierteljährlich
4 Mark.

Durch alle Buchhand-
lungen und Postanstalten
zu beziehen.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin,
Dörnbergstrasse 7.

N^o 736.

Jeder Nachdruck aus dem Inhalt dieser Zeitschrift ist verboten. Jahrg. XV. 8. 1903.

Christian Doppler.

(Zur hundertsten Wiederkehr seines
Geburstages.)

VON VICTOR QUITTNER.

Mit dem Bildniss Christian Dopplers.

Christian Doppler, dessen hundertsten Geburtstag wir dieser Tage feiern, verdient mit Recht einen hervorragenden Platz unter den grossen Physikern des vergangenen Jahrhunderts. Durch das von ihm entdeckte und nach ihm benannte „Dopplersche Princip“, das von so hervorragender Bedeutung für die ganze Astronomie ist, wurde sein Name in der ganzen Welt bekannt, und so verlohnt es sich wohl, wenn wir heute einen Rückblick auf den Mann und sein Lebenswerk werfen.

Ueber das Leben Dopplers ist nicht viel zu berichten. Er wurde am 29. November 1803 in Salzburg geboren, studirte 1822—23 am Polytechnischen Institut seiner Vaterstadt und in Wien und begann seine akademische Laufbahn im Jahre 1829 als Assistent am Wiener Polytechnischen Institut. 1835 kam er als Professor an die Realschule zu Prag, und sechs Jahre später wurde er an die Prager Technische Hochschule als Professor für praktische Geometrie berufen. Während seines Prager Aufenthaltes veröffentlichte er seine bedeutendsten wissenschaftlichen Arbeiten. Von der Prager Uni-

versität wurde er zum Doctor honoris causa promovirt, auch wurde er Mitglied der Königlich Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften. Im Jahre 1847 ging er als Professor für Physik und Mechanik an die Berg- und Forstakademie nach Schemnitz, von wo er 1850 als Professor für praktische Geometrie an das Wiener Polytechnische Institut berufen wurde. Im nächsten Jahre nahm er eine Stelle als Professor der Physik und Director des Physikalischen Instituts an der Wiener Universität an. Zwei Jahre später starb er auf einer Reise nach Venedig, am 17. März 1853, im Alter von nur 49 Jahren.

Was Dopplers Namen in aller Welt bekannt und berühmt machte, ist das nach ihm benannte Princip, das er in seiner Abhandlung „Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels“ aussprach. Diese Abhandlung wurde am 25. Mai 1842 in der Königlich Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften in Prag gelesen und im folgenden Jahre in den Berichten der genannten Gesellschaft abgedruckt. Wir haben daher in diesem Jahre eigentlich drei Gedenktage zu feiern: den hundertsten Geburtstag Dopplers, seinen fünfzigsten Todestag und die vor 60 Jahren erfolgte Veröffentlichung der Entdeckung des nach ihm benannten Princip.

Was sagt nun dieses Princip eigentlich aus, und wodurch ist es von so grosser Wichtigkeit?

Um diese Frage zu beantworten, muss ich etwas weit ausholen. Wie allgemein bekannt, sind Schall und Licht nichts Anderes als Wellenbewegungen, Schwingungen der Luft bezw. des Lichtäthers. Beide Arten von Wellenbewegungen pflanzen sich mit endlicher und von der Anzahl der Schwingungen in der Secunde unabhängiger Geschwindigkeit fort. Für den Schall ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit bei gewöhnlicher Temperatur etwa 340 m in der Secunde, während das Licht sich mit der fast eine Million Mal grösseren Geschwindigkeit von 300'000 km in der Secunde fortpflanzt. Weiter wissen wir, dass ein Ton um so höher ist, je grösser die Anzahl seiner Schwingungen in der Secunde ist. Was beim Schall die Tonhöhe, das ist beim Licht die Farbe. Von allen Farben hat Roth die kleinste Schwingungszahl (400 Billionen in der Secunde), dann folgen der Reihe nach Orange, Gelb, Grün, Blau, und am schnellsten schwingt das violette Licht (750 Billionen Schwingungen in der Secunde). Ist die Schwingungszahl kleiner als die des rothen oder grösser als die des violetten Lichtes, so ist das Licht für uns unsichtbar; man bezeichnet es im ersten Falle als ultraroth, im zweiten als ultraviolett.

Denken wir uns nun einen Körper, der einen Ton erzeugt, also Schallwellen aussendet. Wenn der Körper stets in gleicher Entfernung von unserem Ohr ist, so werden die Wellen in derselben Reihenfolge, wie sie entstehen, an unser Ohr dringen. Wenn nun aber der Körper sich von uns entfernt (oder wir uns von ihm), so muss jede spätere Welle einen immer grösseren Weg zurücklegen, bis sie unser Ohr trifft, und da zum Zurücklegen dieses grösseren Weges mehr Zeit erforderlich ist, so werden die Wellen mehr und mehr verspätet eintreffen. Es werden daher die Zwischenzeiten zwischen dem Eintreffen zweier Wellen grösser sein, als wenn der Körper in Ruhe wäre, und folglich muss die Schwingungszahl und damit die Tonhöhe sinken. Ein Beispiel soll das Gesagte noch klarer machen. Denken wir uns eine Locomotive, deren Dampfpeife genau auf den Ton a^1 gestimmt sei. Dieser Ton entspricht 435 Schwingungen in der Secunde. Solange die Maschine still steht, werden wir den Ton richtig hören. Wenn nun aber die Locomotive in Bewegung ist, so ändert sich das. Wir wollen annehmen, die Maschine entferne sich von uns mit einer Geschwindigkeit von 60 km in der Stunde, d. i. 16,67 m in der Secunde. Nach Verlauf von einer Secunde hat sich also die Maschine um $16\frac{2}{3}$ m entfernt. Da der Schall 340 m in der Secunde zurücklegt, so braucht er $16,67 : 340 = 0,049$ Secunden, um den Weg von 16,67 m zu durchlaufen. Um diese 0,049 Secunden kommt somit die letzte Welle verspätet an. Sämmtliche 435 Wellen kommen daher nicht innerhalb einer Secunde, sondern erst in 1,049 Secunden an. Nun kann man mittels

einer einfachen Proportion die Anzahl von Wellen berechnen, die auf eine Secunde entfallen. Es kommen

auf 1,049 Secunde . . 435 Schwingungen,
somit auf 1 Secunde x Schwingungen:

$$x = 435 \times \frac{1}{1,049} = 435 \times 0,951 = 413,7.$$

Es kommen somit in einer Secunde nur 413,7 Schwingungen in unser Ohr, und die Folge davon ist, dass wir statt des reinen a^1 einen niedrigeren Ton, ein as^1 hören (das reine as^1 hat allerdings nicht genau 413,7 Schwingungen in der Secunde, sondern 417,6, aber dieser Unterschied ist mit freiem Ohr unmerklich). Wenn sich die Locomotive uns nähert, so wird genau die entgegengesetzte Erscheinung eintreten, es werden dann statt 435 Schwingungen in der Secunde 456,3 an unser Ohr treffen, und wir werden statt a^1 ein ais^1 hören (das reine ais^1 macht 453,1 Schwingungen in der Secunde). Wenn die Locomotive an uns vorbeifährt, so dass sie sich zuerst uns nähert und sich dann entfernt, so kann man leicht erkennen, wie im Augenblick des Vorbeifahrens die Tonhöhe plötzlich sinkt. Leute mit sehr gutem Gehör brauchen dazu nicht einmal den Ton der Pfeife, sondern sie erkennen die Erscheinung an den Geräuschen des Zuges selbst.

Diese Veränderung der Tonhöhe bei einer Bewegung des tönenden Körpers ist es, auf die Doppler in der erwähnten Schrift zuerst aufmerksam gemacht hat, und nach ihm bezeichnet man diese Thatsache mit dem Namen des Dopplerschen Princip. Für den Schall lässt sich das Princip, wie soeben erwähnt, leicht nachweisen, und der Nachweis ist auch schon sehr oft ausgeführt worden.

Es fragt sich nun, ob man das Dopplersche Princip auch auf Lichtwellen anwenden kann. In der That ist das möglich, und gerade auf dieser Anwendung beruht die fundamentale Wichtigkeit des Dopplerschen Princip.

Wie früher erwähnt, ist beim Licht die Farbe das, was beim Schall die Tonhöhe ist, und zwar entspricht das rothe Ende des Spectrums den tiefen, das violette den hohen Tönen. Es muss daher, wenn ein leuchtender Körper sich uns nähert, die Farbe des von ihm ausgesandten Lichtes etwas gegen das violette Ende des Spectrums rücken, ebenso, wenn er sich entfernt, gegen das rothe Ende. Da nun aber die Geschwindigkeit des Lichtes ungeheuer gross ist, so wird auch die Geschwindigkeit des leuchtenden Körpers eine ganz ungeheure sein müssen, damit eine merkliche Farbenänderung resultirt. Doppler glaubte auf Grund einiger älterer Angaben über Kometen und Doppelsterne sich zu dem Schluss berechtigt, dass in der Fixsternwelt solche ungeheuer grosse Geschwindigkeiten vorkommen, und er benutzte dann sein Princip,

um die Farben der Doppelsterne zu erklären. Von diesen Doppelsternen giebt es nämlich eine ganze Anzahl, bei denen beide Sterne auffallend verschieden gefärbt sind. Da solche Doppelsterne ein System darstellen, dessen einzelne Glieder sich um einander bewegen (wie die Planeten um die Sonne), so glaubte Doppler, dass die verschiedene Farbe der beiden Sterne durch ihre ungleich gerichtete Bewegung hervorgebracht würde. Sind z.B. beide Sterne von Natur aus weiss, und bewegt sich der eine mit enormer Geschwindigkeit von uns fort, so wird er uns gelb oder sogar roth erscheinen. Der zweite Stern des Paares dagegen, der sich uns mit ebenso enormer Geschwindigkeit nähert, wird eine grüne, blaue bis violette Farbe annehmen. Ist die Geschwindigkeit noch grösser, so wird das Licht ins Ultraroth, bezw. Ultraviolette übergehen, so dass der Stern für uns unsichtbar wird. Auf diese Weise suchte Doppler die veränderlichen und die periodisch erscheinenden und verschwindenden Sterne zu erklären.

Heute wissen wir, dass diese Erklärungen nicht richtig sind, denn eben mit Hilfe des Dopplerschen Princips haben wir erkannt, dass solche Geschwindigkeiten, wie sie zu so bedeutenden Farbenänderungen erforderlich sind, nirgends vorkommen. Die grössten bisher nachgewiesenen Geschwindigkeiten betragen einige hundert Kilometer in der Secunde, während für eine merkliche Farbenänderung Geschwindigkeiten im Betrage von vielen Zehntausenden von Kilometern nothwendig wären.

Durch die directe Beobachtung von Farbenänderungen ist es somit nicht möglich, die Bewegung von Himmelskörpern zu erkennen und

zu messen. Glücklicherweise besitzen wir aber ein Mittel, das uns gestattet, die kleinsten Unterschiede in der Schwingungszahl viel genauer zu messen, als das durch blosser Farbenvergleichung möglich ist. Dieses Mittel ist das Spectroskop, und die enorme Wichtigkeit, die das Dopplersche Princip heute in der Astronomie erlangt hat, verdankt es ausschliesslich seiner vor etwa 30 Jahren durch Huggins und H. C. Vogel erfolgten Einführung in die Spectralanalyse.

Jeder leuchtende Körper sendet bekanntlich Licht von verschiedener

Schwingungszahl (Farbe) aus; meist sind alle Strahlungsgattungen vom Ultraroth bis zum Ultraviolett vertreten. Da diese

Strahlen ungleiche Brechbarkeit besitzen, so kann man sie durch ein Prisma trennen, und man erhält so das bekannte farbige Spectrum. Wenn nun ein solcher Körper sich auf uns zu bewegt, so werden alle Strahlen im Spectrum etwas gegen das violette Ende verschoben werden. Es wird eine Anzahl von ultrarothern Strahlen ins Rothe übergehen und dadurch sichtbar werden, eine gewisse Menge vorher rother Strahlen wird orange

u. s. w., und eine Anzahl von violetten Strahlen geht ins Ultraviolett über und wird unsichtbar. Man sieht also, dass sich die Verschiebung der Spectralfarben im Spectrum absolut nicht erkennen lässt; durch die Mitverschiebung des Ultrarothern und Ultravioletten sieht das sichtbare Spectrum nachher genau so aus wie vorher.

In dieser Schwierigkeit kommt uns nun ein glücklicher Umstand zu Hilfe; es sind das die dunklen Linien, die in jedem Fixsternspectrum enthalten sind (beim Sonnenspectrum nach ihrem Entdecker Fraunhofersche Linien genannt). Diese Linien, deren Auftreten durch die Ab-

Abb. 96.



Christian Doppler

sorption gewisser Strahlengattungen in der Atmosphäre des Fixsterns bewirkt wird, haben im Spectrum eine ganz bestimmte Lage, die sich durch Versuche mit irdischen Lichtquellen leicht bestimmen lässt. Bei der nach dem Dopplerschen Princip stattfindenden Verschiebung des ganzen Spectrums werden auch diese Linien mit verschoben. Indem man die Linien im Fixsternspectrum mit den entsprechenden Linien im Spectrum einer künstlichen Lichtquelle vergleicht, bemerkt man zwischen je zwei entsprechenden Linien einen kleinen Unterschied in der Lage; durch Messung dieses Abstandes kann man die Verschiebung des Fixsternspectrum und damit die Geschwindigkeit des Sterns in der Gesichtslinie messen. Gewöhnlich werden die Spectra durch Photographie festgehalten, wobei man das Sternspectrum und das Controlspectrum über einander auf derselben Platte abbildet.

Nach dieser Methode sind in den letzten zwei Decennien zahlreiche Messungen ausgeführt worden, und manche überraschende Resultate wurden dabei gewonnen. Man fand, dass alle Fixsterne in Bewegung sind, wobei die Geschwindigkeit gelegentlich bis auf 100 km in der Secunde ansteigt. Aus der Thatsache, dass sich auf einer Seite fast alle Sterne uns nähern, während sich auf der entgegengesetzten die Mehrzahl von uns entfernt, schloss man auf eine Bewegung des ganzen Sonnensystems, und es gelang auch, die Richtung und Geschwindigkeit dieser Bewegung annähernd zu berechnen. Noch interessanter sind indess die anderen Entdeckungen, die auf diese Weise erzielt wurden. So gelang bei einigen veränderlichen Sternen (vor allem Algol im Perseus) durch Beobachtung der periodisch wechselnden Geschwindigkeit der Nachweis, dass diese Himmelskörper einen unsichtbaren, nichtleuchtenden Begleiter haben und dass Hauptstern und Begleiter sich um ihren gemeinsamen Schwerpunkt bewegen. Ebenso gelang mittels des Dopplerschen Princip die Bestimmung der Sonnenrotation in verschiedenen Breiten und die Berechnung der Geschwindigkeiten in den einzelnen Theilen des Saturnringes, wodurch die Theorie von Maxwell, nach der der Ring aus einer Unzahl von kleinen Monden besteht, ihre endgültige Bestätigung erhielt.

Schon aus diesen wenigen Angaben ist zu ersehen, welche enorme Wichtigkeit das Dopplersche Princip für die ganze moderne Astronomie besitzt. Es ist daher aufs wärmste zu begrüßen, dass man sich jetzt auch seines Entdeckers wieder zu erinnern beginnt und dass man ihm, der während seines leider so kurzen Lebens so manche Kämpfe auszufechten und Widerwärtigkeiten zu erdulden hatte, endlich die gebührende Anerkennung zu Theil werden lässt. Die Königlich Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften, deren Mitglied Doppler war

und in deren Acten er seine grundlegende Arbeit veröffentlichte, hat beschlossen, seinen hundertsten Geburtstag festlich zu begehen, und sie hat bei dieser Gelegenheit auch eine neue Ausgabe der erwähnten Abhandlung von Doppler*) veranstaltet, um dieselbe Allen, die sich für die erste Veröffentlichung des wichtigen Princip interessiren, bequem zugänglich zu machen und zugleich das Andenken an seinen Entdecker wach zu erhalten. Auch die Stadt Prag hat es sich angelegen sein lassen, dem berühmten Physiker eine Ehrung zu bereiten: sie hat an dem Hause, in dem er sein Princip erdachte, eine Gedenktafel anbringen lassen und in Aussicht gestellt, dass sie demnächst eine Strasse nach ihm benennen werde. Ebenso besteht die Hoffnung, dass auch Salzburg, die Vaterstadt Dopplers, das Andenken ihres berühmten Sohnes durch ein bleibendes Denkmal ehren wird.

[8997]

Das schnellste Schiff der Welt.

In der letzten Sportsaison dürfte der Wettstreit zwischen der amerikanischen Segelyacht *Reliance* und der von dem bekannten englischen Theekönig Lipton gestellten Segelyacht *Shamrock III* um den Amerika-Pokal gewiss von Vielen mit Interesse verfolgt sein. Handelte es sich hier doch in erster Linie weniger um die Erringung eines materiellen Preises, wie des Pokals, noch um den persönlichen Ehrgeiz der Yachtenbesitzer, sondern vielmehr um den Ruhm, welche Nation, ob Amerika oder England, die schnellsten Segelyachten baut und im Besitz hat. Der Wettstreit endete wiederum, wie in den Vorjahren, mit dem Siege der amerikanischen Yacht. Lipton, welcher für den in Rede stehenden Zweck nach einander die drei Segelyachten *Shamrock I, II, III* hatte bauen lassen, hat nunmehr die Hoffnung auf Ueberwindung der amerikanischen Segelyachten endgültig aufgegeben.

Die Amerikaner besitzen aber nicht nur den Ruhm, die schnellstsegelnden Segelyachten zu bauen, sondern auch das zur Zeit schnellste Dampfschiff und überhaupt schnellste Schiff der Welt ist in Amerika erbaut und befindet sich im Besitz eines Amerikaners. Es ist dies die Dampfyacht *Arrow*, welche bei der im vorigen Jahre auf dem Hudson abgehaltenen Probefahrt

*) *Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels.* Von Prof. Christian Doppler. Zur Feier seines 100. Geburtstages neu herausgegeben von Hofr. Prof. Dr. J. F. Studnička. gr. 8°. (25 S. m. Bildniss u. 1 Tafel.) Prag, Verlag der Königlich Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften. Preis 0,80 M. (Der Druckstock des Bildnisses, welches unseren Artikel schmückt, wurde uns von der Gesellschaft freundlichst überlassen.)

eine Geschwindigkeit von 39,13 Knoten in der Stunde erreicht haben soll.

Im Laufe der letzten Jahre ist zwar von den schnellsten Dampfschiffen, wie den Torpedobooten und Turbinenschiffen, die Geschwindigkeit von 30 Knoten erreicht bzw. überschritten worden, doch wurde die mit der *Arrow* erzielte Geschwindigkeit bis jetzt von keinem Schiffe erreicht. Beim Entwurf der Yacht, welcher von Charles D. Mosher stammt, ist denn auch mehr der Wunsch des Eigenthümers Charles R. Flint, das schnellste Schiff zu besitzen, maassgebend gewesen, als der, eine bequeme Yacht zu erhalten. Die folgenden Angaben über die *Arrow* entnehmen wir den Ergebnissen einer Studienreise, welche Dipl.-Ing. Mentz unter dem Titel „Die Construction der amerikanischen Schiffsmaschinen“ im *Schiffbau* veröffentlicht.

Das Schiff hat eine Länge zwischen den Perpendikeln von 39,62 m, eine Breite von 3,81 m, einen mittleren Tiefgang von 1,067 m und ein Displacement von 67,66 t. Hier fallen sofort der geringe Tiefgang und das geringe Displacement auf. Und in der That gleicht das Schiff mehr einem Torpedoboot (zu welchem es im Kriegsfall in kurzer Zeit auch ausgerüstet werden kann), als einer Privat yacht. Dies zeigt sich noch mehr in der Leistung der beiden Maschinen, welche bei 540 Umdrehungen in der Minute und einem Dampfüberdruck von 24,61 kg pro Quadratcentimeter im Hochdruckschieberkasten 4000 ind. PS beträgt. Auf das Displacement bezogen, bedeutet dies eine Leistung von rund 59 ind. PS pro Tonne Displacement, während dieselbe bei unseren Hochseetorpedobooten (etwa 30 Knoten Geschwindigkeit) rund 16 ind. PS beträgt. Die Maschinenanlage nimmt denn auch ungefähr $\frac{2}{5}$ der Schiffslänge ein, während der übrige Theil im Hinterschiff zu Kajüten und im Vorderschiff zu Unterkunfts räumen für Officiere und Mannschaft dient.

Die *Arrow* hat, wie schon erwähnt, zwei Maschinen, von denen jede eine Schraube treibt. Jede Maschine besitzt 4 Cylinder. Es beträgt der Durchmesser des Hochdruckcylinders 279 mm, des Mitteldruckcylinders 432 mm, des Niederdruckcylinders I 610 mm, des Niederdruckcylinders II 813 mm, der Kolbenhub 381 mm. Die Maschinen sind natürlich so leicht als möglich construirt, wobei man mit den Beanspruchungen äusserst hoch gegangen ist. So wurde das geringe Gewicht der Maschinen- und Kesselanlage von 8,05 kg pro indicirte Pferdestärke erzielt. Auch die Kolbengeschwindigkeit ist eine hohe zu nennen, da dieselbe entsprechend 540 bis 600 Umdrehungen in der Minute 6,858 bis 7,62 m pro Secunde beträgt. Auf die Oekonomie der Maschinenanlage, auf Erzielung eines kleinen Dampfverbrauches ist besonderer Werth gelegt.

So sind zwischen den einzelnen Dampf cylindern Ueberhitzer eingeschaltet, welche bewirken, dass in jedem einzelnen Cylinder nur überhitzter Dampf zur Verwendung gelangt. Der Dampf wird erzeugt in zwei Wasserrohrkesseln. Seine Spannung wird auf dem Wege von den Kesseln zu den Maschinen durch ein Reducirventil von 28,12 kg Ueberdruck pro Quadratcentimeter auf 24,61 kg pro Quadratcentimeter reducirt. Es findet natürlich forcirter Zug Anwendung; ferner wird das Kesselspeisewasser durch einen in die Speiseleitung eingeschalteten Vorwärmer auf etwa 177° C. vorgewärmt. Leider sind Messungen des Dampfverbrauches, wie auch Indicatorversuche nicht vorgenommen worden.

Alles in allem hat der Constructeur der *Arrow* seine Aufgabe geschickt gelöst. Die erreichte Geschwindigkeit von 39,13 Knoten = rund 72 km dürfte an der Grenze der Geschwindigkeit liegen, welche bei den jetzt üblichen Schiffsförmern und den Kolbenmaschinen überhaupt möglich ist.

KARL RADUNZ. [8988]

Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates.

Mit acht Abbildungen.

Wo immer uns in der organischen Natur eine bemerkenswerthe Entwicklungshöhe entgegentritt, da fällt es uns zunächst schwer, daran zu glauben, dass eine solche wunderbar complicirte und sinnreiche Naturerscheinung nicht nach vorbedachtem, weisem Plane geschaffen wurde, sondern allmählich aus einfachen Anfängen sich entwickelt hat. Wie oft hat man nicht auf unser menschliches Auge hingewiesen, um die Abstammungslehre Darwins *ad absurdum* zu führen. Und doch ist es der Wissenschaft gelungen, im Thierreiche eine fast continuirliche Reihe von Etappen aufzufinden, die uns lehren, auf welchem Wege etwa aus ganz einfachen, augenartigen Organen das hochentwickelte Sehorgan der Säugethiere stammesgeschichtlich entstanden sein kann. Und wie es in diesem Beispiele geglückt ist, die muthmaassliche Stammesgeschichte aufzudecken, so ist auch für die Mehrzahl aller übrigen Fälle gezeigt worden, dass die Abstammungslehre durch die Existenz selbst der complicirtesten Erscheinungen der Lebewelt nicht in Frage gestellt wird. Erst neuerdings wieder ist in dieser Beziehung ein bedeutsamer Schritt vorwärts gethan worden durch die Untersuchungen von Buttler-Reepens über die stammesgeschichtliche Entwicklung des Bienenstaates.

Wenn es sich um die Frage handelt, wie der Bienenstaat stammesgeschichtlich entstanden ist, so sollte man als Antwort eine Aufzählung der directen Vorfahren unserer Honigbiene erwarten. Diese Vorfahren sind indessen längst ausgestorben.

Es bleibt daher kein anderer Weg übrig, als die näheren und ferneren Verwandten der Biene auf ihre Lebensgewohnheiten hin zu untersuchen unter dem Gesichtspunkte, ob sich nicht heute

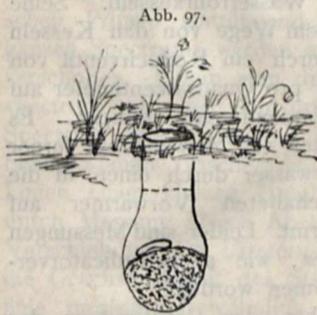


Abb. 97.
Nest von *Osmia papaveris*.
Unten in der Zelle der Futterbrei, darauf ein Ei. Die punktirte Linie zeigt die Grenze des Nestverschlusses.

räumlich neben einander Entwicklungsstadien finden lassen, die die Honigbiene bzw. deren Vorfahren zeitlich nach einander durchgemacht haben. Die Nachforschungen nun, die von Butteler in dieser Richtung unternommen hat, haben vieles Wichtige zu Tage gefördert, so dass die stammesgeschichtliche Entwicklung des Bienenstaates einigermaßen aufgeklärt erscheint. Dabei darf man aber diejenigen Species, die uns Etappen veranschaulichen, wie sie der Bienenstaat bei seiner Entwicklung passiert haben mag, nicht für directe Vorfahren der Honigbiene halten; vielmehr hat sich oft genug gerade bei weit entfernt stehenden Verwandten ein solches Durchgangsstadium erhalten.

Seinen Ausgangspunkt hat das ganze Geschlecht der Sammelbienen von den Grabwespen genommen, aus denen sich zunächst die solitären, d. h. die nicht Staaten bildenden Bienen entwickelt haben. Hier eine Brücke zu schlagen, ist nicht schwer. Zunächst sind gewisse Formen der Solitären manchen Arten der Grabwespen äusserlich in einem erstaunlich hohen Grade ähnlich. Der hauptsächlichste Unterschied läuft auf eine verschiedene Fütterung der Brut hinaus. Die Grabwespen, obwohl sie im entwickelten Zustande nur Honig und Pollen geniessen, füttern die Brut mit Fleischnahrung; die solitären Bienen hingegen versorgen auch die Nachkommenschaft lediglich mit Honig und Blumenstaub. Dass ein solcher Wechsel in der Fütterung der Brut in der Stammesgeschichte Platz gegriffen hat, ist um so weniger wunderbar, als ein erheblicher Vortheil damit verknüpft war. Nach den Berechnungen von Hermann Müller hat eine Grabwespe bei Fütterung der Brut mit animalischer Kost mindestens das Sechsfache ihres Eigengewichtes als Nahrung für eine einzelne Larve herbeizuschleppen, während sie nach dem Uebergange zur vegetabilischen Brutbeköstigung nur das Zwei- bis Dreifache zu beschaffen brauchte.

Unter den Solitären lässt sich eine Entwicklung von Formen mit niederen Instincten zu höher begabten mit Leichtigkeit feststellen. Jedes Weibchen hat hier sein eigenes Nest;

dabei stehen im einfachsten Falle auch die Nester solitär, bei manchen Arten hingegen stehen zahlreiche Nester beisammen und bilden eine Nestercolonie. Der Nestbau selbst lässt drei Typen unterscheiden: den Einzellenbau, den Linienbau, den Zweigbau. Einen Einzellenbau legt z. B. das Weibchen von *Osmia papaveris* an: er besteht aus einer einfachen ampullenförmigen Höhle, die senkrecht in den Sandboden hinabsteigt und deren Wände innen mit Streifen aus den rothen Blütenblättern des Klatschmohns austapeziert werden (Abb. 97). Einen typischen Linienbau stellt das Nest von *Osmia rubicola* (Abb. 98) dar, dessen einzelne Zellen hinter einander im Mark eines Brombeerstengels liegen und durch Markstückchen von einander getrennt sind. Eine andere *Osmia* legt die einzelnen Zellen nicht in gerader, sondern in spiraliger Linie an, da sie leere Schneckenschalen als Nistplatz benutzt. Die Zweigbauten zeichnen sich dadurch aus, dass von einem Hauptgange mehrere Nebengänge sich abzweigen, die zur Aufnahme der Zellen bestimmt sind. Ein Beispiel hierfür bietet der Bau von *Anthophora parietina* (Abb. 99), vor dessen Eingang sich noch ein eigenartiger, röhrenförmiger Ansatz findet.

Für die Entwicklung der Solitären zu den Socialen besonders wichtig sind vor allem diejenigen Formen, die ihre Nistplätze colonieweise anlegen. Bei manchen dieser Bienen treten schon ausgesprochene sociale Instincte zu Tage. Mehrfach ist z. B. beobachtet worden, dass besonders bei starken Colonien der Angriff eines Bienenjägers auf ein einzelnes Exemplar einen sofortigen, plötzlichen und heftigen Gegenangriff seitens des gesammten Schwarmes zur Folge hat: der „Corpsgeist“ äussert sich hier also in einem gemeinsamen Vertheidigungsinstinct (*Andrena ovina*, *Anthophora parietina*). Ein weiterer Ansatz zu einem socialen Instinct ist in dem gemeinsamen Ueberwintern zu sehen, wie es beispielsweise von *Xylocopa*, *Ceratina*, *Halictus morio* bekannt geworden ist. Sicherlich ist zwar dabei das Zusammentreffen der Thiere im Herbste an der Ueberwinterungsstelle rein zufällig; doch prägt sich in der Thatsache, dass nur Mitglieder derselben Species oder Gattung sich zusammenscharen, immerhin ein gewisses Gefühl der Zusammengehörigkeit aus.

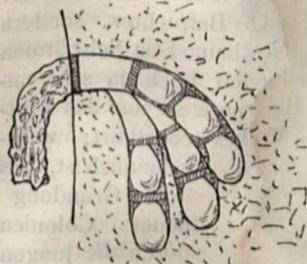
Abb. 98.



Abb. 98.
Nest von *Osmia rubicola* in einem hohlen Brombeerstengel.

Ein wichtiger Schritt vorwärts ist es, wenn mehrere der zu einer Colonie vereinigten Nester so weit in Connex mit einander treten, dass zu allen Einzelnestern ein gemeinsamer Flugcanal führt.

Abb. 99.



Nest von *Anthophora parietina*, mit Vorbau.

eins immer am Eingange des Flugloches Wacht hält. Eine derartige Bewachung des Nestes nun muss, wenn sie genügend lange ausgedehnt ist, zu einem ausserordentlich bedeutsamen Fortschritte führen, nämlich dazu, dass die Mutterbiene das Ausschlüpfen ihrer Kinder erlebt, eine Erscheinung, die unter den Solitären den Species *Halictus sexcinctus* (?) und *H. quadricinctus* zukommt. Unterstützt wird bei letzterer Form die Möglichkeit der Bewachung in hohem Maasse durch die weit entwickelte Anlage des Nestes. Dieses besteht aus einer bis 24 Zellen enthaltenden Lehmwabe, die so gut wie freistehend in einer Höhlung sich befindet, so dass die Luft frei um die Zellen circuliren kann: ein vortreffliches Schutzmittel gegen die Wucherungen von Schimmelpilzen (Abb. 100).

Es giebt nun einige *Halictus*-Arten, bei denen man im Jahre drei Generationen unterscheiden kann. Die erste besteht nur aus überwinterten, im Herbst befruchteten Weibchen. Die Nachkommenschaft dieser Thiere liefert die zweite, die Sommergeneration, die bei einigen Species nur aus Weibchen gebildet wird. Diese erzeugen dann parthenogenetisch (d. h. ohne Befruchtung) die dritte, die Herbstgeneration, die nun wieder Männchen und Weibchen liefert. Denken wir uns jetzt eine *Halictus*-Art etwa von der Entwicklungshöhe der letztbeschriebenen. Ihr Nest möge durch einen grossen Zellenreichthum ausgezeichnet sein. Alsdann werden möglicherweise viele Junge der rein weiblichen Sommergeneration beim Anblick der noch offenen Brutzellen sofort ihrem Fütterungsinstitute gehorchen und, indem sie Nahrung herbeischaffen, dem Mutterthiere zur Hand gehen. Sie werden ausserdem naturgemäss auch Zellen bauen und Eier (zur Herbstgeneration) ablegen, so dass dann mehrere Weibchen in demselben Neste thätig wären. In diesem Zustande wäre aber die Entwicklungshöhe der Socialen erreicht; denn etwa auf demselben

Stadium stehen die Hummelcolonien. Auch bei diesen finden wir ein befruchtetes Weibchen, das noch solitär überwintert, und neben ihm mehrere bis viele unbefruchtete Weibchen, die beim Nestbau, Füttern und Eierlegen helfen.

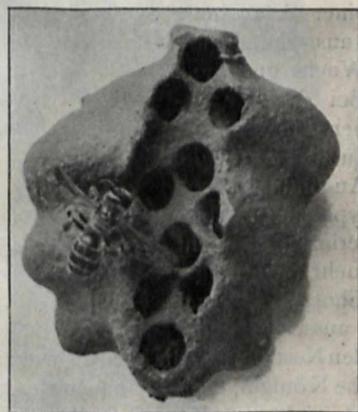
Der Unterschied besteht nur darin, dass aus den Eiern der Hilfswibchen nur Männchen entstehen, während das überwinterte Weibchen beide Geschlechter zu erzeugen vermag. Wie nahe übrigens gerade die Hummeln den Solitären stehen, lehrt die Beobachtung von Schneider, nach der in arktischen Gebieten manche Hummelarten wieder zur solitären Lebensweise zurückkehren.

Ob nun in Wirklichkeit die Entwicklung der socialen Bienen den oben skizzirten Weg genommen hat, ist naturgemäss sehr fraglich; es genügt aber, wenn von Buttell-Reepen einen Modus nachgewiesen hat, durch den diese Entwicklung vor sich gegangen sein kann.

Die Hummeln sind nun auf dem Wege von den Grabwespen bis zu der Honigbiene ein überaus wichtiges Uebergangsglied. Namentlich in ihrem Nestbau (Abb. 101), der aus regellos durch einander gelagerten Cocons besteht, erinnern sie lebhaft an manche Solitären, speciell an *Osmia emarginata*. Sehr primitiv ist ferner die Anlage der ersten Zelle im Frühjahr bei der Gründung der Colonie; sie erfolgt genau wie bei den Solitären nach der Reihenfolge: Nahrung, Ei, Zelle. Nach einigen Tagen aber öffnet das Weibchen die Zelle wieder ein wenig, um neues Futter nachzutragen, eine Erscheinung, die bei keiner Einzellebenden vorkommt. Endlich, wenn genügend Hilfswibchen vorhanden sind, erfolgt eine bemerkenswerthe Arbeitstheilung: die Königin ist nur noch Eierlegerin; das Bauen, Füttern und Sammeln übernehmen die Hilfswibchen. Dann erfolgt auch eine Aenderung in der Anlage der Zellen, sie geschieht schliesslich in der Reihenfolge: Zelle, Ei, Nahrung, d. h. genau so wie bei der Honigbiene. So zeigt eine Hummelcolonie im Laufe eines Jahres alle die Stadien, über die die Stammesgeschichte vermuthlich gegangen ist. Erst ist die Königin Alleschafferin, wie eine Solitäre, schliesslich nur noch Eier-

legethätig. Die Hummeln sind nun auf dem Wege von den Grabwespen bis zu der Honigbiene ein überaus wichtiges Uebergangsglied. Namentlich in ihrem Nestbau (Abb. 101), der aus regellos durch einander gelagerten Cocons besteht, erinnern sie lebhaft an manche Solitären, speciell an *Osmia emarginata*. Sehr primitiv ist ferner die Anlage der ersten Zelle im Frühjahr bei der Gründung der Colonie; sie erfolgt genau wie bei den Solitären nach der Reihenfolge: Nahrung, Ei, Zelle. Nach einigen Tagen aber öffnet das Weibchen die Zelle wieder ein wenig, um neues Futter nachzutragen, eine Erscheinung, die bei keiner Einzellebenden vorkommt. Endlich, wenn genügend Hilfswibchen vorhanden sind, erfolgt eine bemerkenswerthe Arbeitstheilung: die Königin ist nur noch Eierlegerin; das Bauen, Füttern und Sammeln übernehmen die Hilfswibchen. Dann erfolgt auch eine Aenderung in der Anlage der Zellen, sie geschieht schliesslich in der Reihenfolge: Zelle, Ei, Nahrung, d. h. genau so wie bei der Honigbiene. So zeigt eine Hummelcolonie im Laufe eines Jahres alle die Stadien, über die die Stammesgeschichte vermuthlich gegangen ist. Erst ist die Königin Alleschafferin, wie eine Solitäre, schliesslich nur noch Eier-

Abb. 100.



Lehmwabe von *Halictus quadricinctus* mit dem Weibchen. (Nat. Grösse.)

Reihenfolge: Zelle, Ei, Nahrung, d. h. genau so wie bei der Honigbiene. So zeigt eine Hummelcolonie im Laufe eines Jahres alle die Stadien, über die die Stammesgeschichte vermuthlich gegangen ist. Erst ist die Königin Alleschafferin, wie eine Solitäre, schliesslich nur noch Eier-

legerin, wie die Königin der Honigbiene. Die Hilfswelbchen der Hummeln sind übrigens mit den Arbeitern von *Apis mellifica* nicht ohne weiteres zu vergleichen; erstere unterscheiden sich von ihrer Königin lediglich durch ihre geringe Grösse, letztere hingegen besitzen zum Theil ganz andere Organe als die Bienenkönigin (Sammelapparat, längerer Rüssel, Organe der Wachserzeugung u. s. w.).

Weitere wichtige Uebergangsetappen finden sich bei den stachellosen Bienen (Meliponen und Trigonen).

Hier treffen wir zum Theil schon auf vollkommen regelmässige Waben. So legt *Trigona subterranea* eine spiralig angeordnete

Zellenfläche an, die meisten übrigen Arten dagegen wagerechte, etagenförmige Waben, die ihre Zellen nach oben öffnen.

Unsere Abbildung 102 zeigt ein Stück eines Nestes von *Trigona ruficrus*. Zumeist sind die Waben noch mit einer Schutzhülle aus harzigem Wachs umgeben. Bei den Meliponen finden wir auch zuerst die Ausbildung von typischen Arbeiterinnen, die nicht mehr begattungsfähig sind und ausschliesslich

den Nestbau und die Nahrungsversorgung ausführen; die Königin, die stets nur in der Einzahl vorhanden ist, sinkt zur Eierlegerin herab. Es ist dies ein Fortschritt, der sehr leicht erfolgen konnte in Gegenden, wo günstige klimatische Bedingungen ein Ueberwintern des gesammten Volkes gestatteten und wo nicht ein befruchtetes Weibchen zum solitären Ueberwintern gezwungen war, wie dies bei den Hummeln jetzt noch der Fall ist. Mit der Ausbildung von typischen Arbeiterinnen musste aber bei diesen auch die Fähigkeit entwickelt werden, zu jeder Zeit eine neue Königin aufziehen zu können, da alle Stöcke,

denen diese Fähigkeit abging, nach Verlust ihrer Königin dem Untergange geweiht waren. Neben der Königin sind hier noch eine Reihe unbefruchteter Hilfswelbchen thätig, aus deren Eiern wahrscheinlich lediglich Männchen entstehen. Diese Drohnen sind noch nicht, wie bei der Honigbiene, ausschliesslich Befruchter, sondern helfen noch mit beim Nestbau. Das Schwärmen geschieht bei den Meliponen noch in sehr unvollkommener Form. Bis heute ist nur das Fortwandern des ganzen Volkes constatirt; wahrscheinlich ist, dass

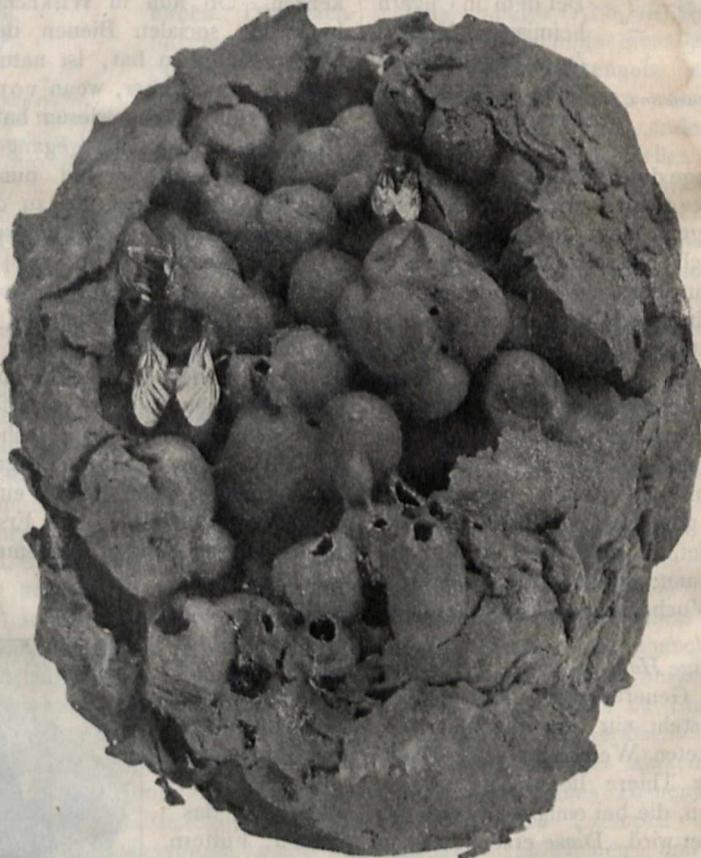
die Gründung neuer Colonien durch die jungen Königinnen mit theilweisem Abzuge des Volkes erfolgt. Fügen wir noch hinzu, dass die Arbeiterinnen der Meliponen eine ausserordentliche Anhänglichkeit an die Königin besitzen, so sind die wichtigsten Merkmale, die eine Annäherung an die Lebenserscheinungen der Honigbiene verrathen, erschöpft.

Typische zweiseitige, senkrecht hängende Waben aus reinem Wachs (Abb. 103) finden wir zuerst bei der indischen *Apis dorsata*. Sobald reines Wachs als Baumaterial zur Verwendung kam,

musste eben nach möglicher Sparsamkeit gestrebt werden. Solches war möglich durch einen Wabenbau, wie ihn die Honigbiene besitzt. Sonst zeigt *Apis dorsata* noch viele primitive Züge: alle Zellen der Wabe sind noch gleich gross, die Drohneier werden zum grossen Theile von den Arbeiterinnen abgelegt, das Schwärmen ist ein Fortziehen des ganzen oder das allmähliche Abziehen eines Theiles des Volkes. Die Vermehrung der Völker geschieht vermuthlich durch Gründung von Nebencolonien.

Ein letztes Uebergangsglied zu der Entwicklungshöhe der Honigbiene ist die indische

Abb. 101.

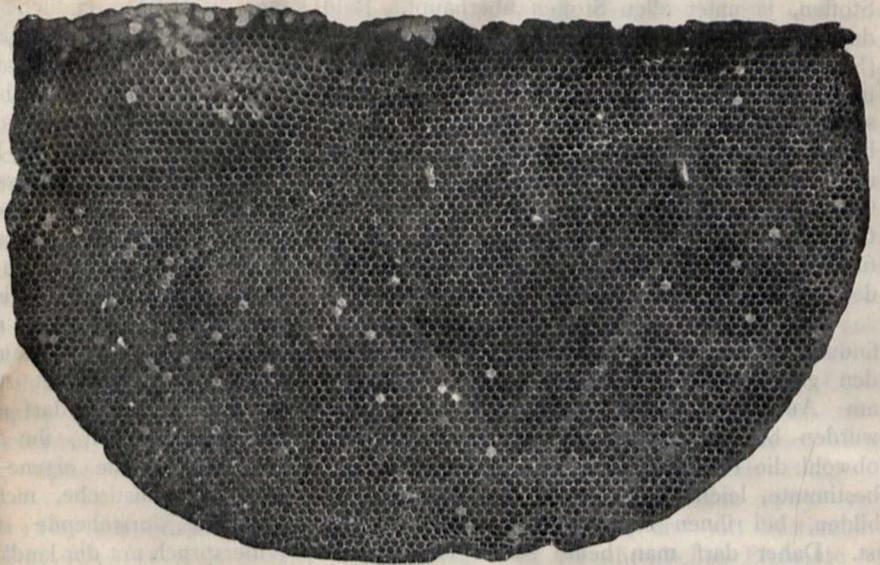


Unterirdisches Nest der Steinhummel (*Bombus lapidarius*), von einer Wachshülle umgeben, die theilweise abgedeckt wurde. Mit Königin und Arbeiterin. (Nat. Grösse.)

Apis florea, deren freihängende Wabe Abbildung 104 darstellt. Hier finden wir die typische Ausbildung von Weisel- und Drohnenzellen. Die Arbeiterinnen dieser Form sind vermuthlich gänzlich steril. Die Königin hat hier die Eiablage vollständig für sich allein übernommen; die Drohnen sind lediglich Befruchter; die Arbeiterinnen übernehmen den Nestbau, die Brutpflege, die Nahrungsversorgung. Bei ihnen allein ruhen die Instincte der Volkswohlfahrt, durch die

das Schwärmen, die Anlage der Weisel- und Drohnenzellen u. s. w. bedingt sind. Kurz, wir finden hier die Arbeitstheilung in der weitestgehenden Weise durchgeführt. In solcher Arbeitstheilung aber verräth sich die höchste Organisation. Dr. WALTHER SCHOENICHEN. [8975]

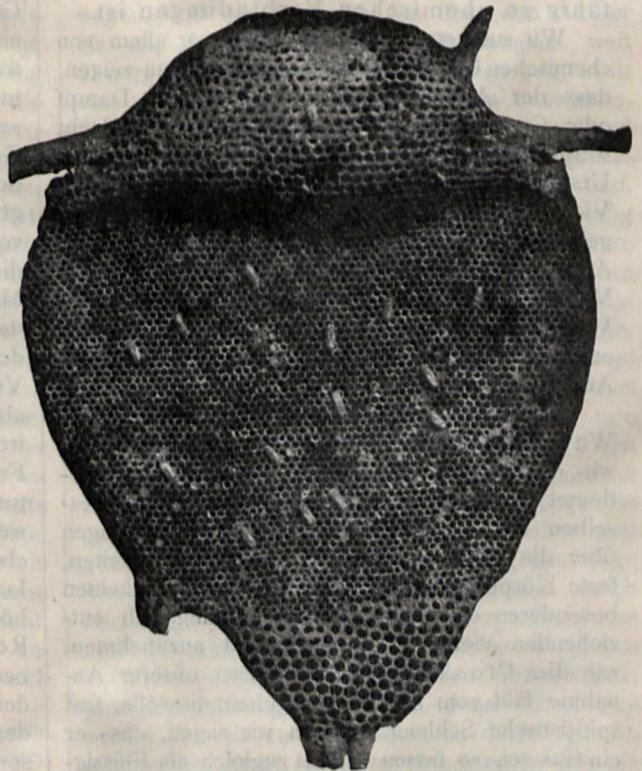
Abb. 103.



Riesenwabe von *Apis dorsata*. (1/4 nat. Grösse.)

bilden, fremd wäre; eine solche Annahme wäre damals als jeder Realität bar und der bekannten Wirklichkeit durchaus fremd erschienen. Nun entdeckten

Abb. 104.



Wabe von *Apis florea*, freihängend an einem Aste. (2/5 nat. Grösse.)

Versuch einer chemischen Auffassung des Weltäthers.

Von Professor Dr. D. I. MENDELEJEFF in St. Petersburg.

Aus dem Russischen übersetzt von S. TSCHULOK, Fachlehrer in Zürich.

(Fortsetzung von Seite 102.)

Eine solche Annahme, der Stoff oder die Atome des Aethers hätten gar keine Neigung zur Bildung von einigermaassen

stabilen Verbindungen mit anderen chemischen Elementen, konnte vor etwa acht Jahren noch als ganz willkürlich und selbst für eine Hypothese zu wenig wahrscheinlich betrachtet werden, da alle bis dahin bekannt gewordenen einfachen Stoffe und Elemente auf diese oder jene Art, leichter oder schwieriger, fester oder lockerer, direct oder indirect sich in Verbindung bringen liessen; damals dürfte es zu kühn gewesen sein, sich einen Stoff vorzustellen, welchem die Neigung abginge, unter dem Einfluss anderer Stoffe irgendwelchen chemischen Veränderungen zu verfallen, und dem die Fähigkeit, zusammengesetzte Molecüle zu

Abb. 102.



Arbeiterinnenzellen und Königinzelle von *Trigona ruficornis*. (Nat. Grösse.)

einfachen Stoffe und Elemente auf diese oder jene Art, leichter oder schwieriger, fester oder lockerer, direct oder indirect sich in Verbindung bringen liessen; damals dürfte es zu kühn gewesen sein, sich einen Stoff vorzustellen, welchem die Neigung abginge, unter dem Einfluss anderer Stoffe irgendwelchen chemischen Veränderungen zu verfallen, und dem die Fähigkeit, zusammengesetzte Molecüle zu

im Jahre 1894 Lord Rayleigh und Ramsay das Argon (in der Luft) und erkannten es als den

unthätigsten unter allen bekannten gasförmigen Stoffen, ja unter allen Stoffen überhaupt. Bald darauf folgte die Entdeckung des Heliums (Ramsay), jenes Stoffes, welchen Lockyer nach seinem hellen Spectrum als einen besonderen einfachen Körper in der Sonne erkannt hatte; dann entdeckten Ramsay und Travers in der flüssigen Luft drei weitere, ebenso inactive Gase: Neon, Krypton und Xenon, obgleich ihr Gehalt in der Luft verschwindend klein ist, ja für das Helium und Xenon kaum durch Milliontel des Volumens und Gewichts ausgedrückt wird.

Von diesen fünf neuen Gasen, deren Aufindung neben der der radioactiven Substanzen zu den glänzendsten experimentellen Entdeckungen am Ausgange des 19. Jahrhunderts gehört, wurden bis jetzt keine Verbindungen erhalten, obwohl die Fähigkeit, sich aufzulösen, d. h. unbestimmte, leicht dissociirende Verbindungen zu bilden, bei ihnen sehr deutlich ausgesprochen ist. Daher darf man heute selbst vom Standpunkte des Realismus den Aetherstoff als unfähig betrachten, mit den gewöhnlichen chemischen Atomen irgendwelche stabile chemische Verbindungen einzugehen, trotzdem er alle Stoffe zu durchdringen vermag. Man kann sich folglich den Weltäther als ein Gas vorstellen, welches, ähnlich dem Helium und Argon, unfähig zu chemischen Verbindungen ist.

Wir suchten im Vorstehenden vor allem von chemischen Gesichtspunkten ausgehend zu zeigen, dass der Aether weder als zerstreuter Dampf oder Gas der überall verbreiteten Stoffe gedacht werden kann, noch als atomistischer Staub eines Urstoffes, aus welchem sich nach der Ansicht Vieler die Elementaratome zusammensetzen, und gelangten dann zu dem Schluss, dass man im Aether einen Stoff zu erblicken hat, welchem das Vermögen fehlt, irgendwelche bestimmte chemische Verbindungen einzugehen, wie es den unlängst entdeckten Elementen Helium, Argon und ihren Analoges eigen ist.

Dies war der erste Schritt auf unserem Wege. Wir müssen hier ein wenig stehen bleiben. Wenn wir den Aether als ein Gas auffassen, so bedeutet das vor allem, dass wir den Begriff desselben auf die gewohnten realen Vorstellungen über die Aggregatzustände: Gase, Flüssigkeiten, feste Körper, beziehen. Da braucht man keinen besonderen der realen Naturauffassung sich entziehenden vierten Aggregatzustand anzunehmen, wie dies Crookes thut. Bei dieser unserer Annahme fällt vom Aether der geheimnissvolle, fast spiritistische Schleier. Wenn wir sagen, dass er ein Gas sei, so fassen wir ihn zugleich als Flüssigkeit im weiteren Sinne des Wortes auf — sind doch Gase im allgemeinen elastische Flüssigkeiten, denen die Cohäsion abgeht, jene Eigenschaft, welche die echten Flüssigkeiten befähigt, Tropfen zu bilden, in Capillarröhren aufzusteigen

u. s. w. Bei den Flüssigkeiten stellt die Cohäsion eine bestimmte endliche Grösse dar; bei den Gasen ist sie nahezu gleich Null. Ist der Aether ein Gas, so ist er wägbare, so besitzt er ein Gewicht; dies muss ihm beigelegt werden, wenn man nicht seinetwegen die grundlegende, von Galilei, Newton und Lavoisier herrührende Conception der Naturwissenschaft aufgeben will. Besitzt aber der Aether ein so hoch entwickeltes Diffusionsvermögen, dass er durch alle Hüllen hindurchgeht, so kann auch gar nicht daran gedacht werden, seine Masse innerhalb einer gegebenen Menge eines anderen Körpers, d. h. das Gewicht eines bestimmten Aethervolumens durch das Experiment zu finden — nicht vom unwägbareren Aether darf man reden, sondern von der Unmöglichkeit, ihn zu wägen. Freilich, es steckt darin eine eigene Hypothese, aber eine durchaus realistische, nicht etwa eine mystische.

Alles Vorstehende steht somit in keinem Widerspruch mit der landläufigen Vorstellung vom Aether, sondern stimmt mit derselben überein. Die hier eingeführte Ergänzung, die den Begriff des Aethers näher zu realisiren sucht, besteht nur darin, dass wir die Nothwendigkeit und Möglichkeit eingesehen haben, dem Aether die Eigenschaften eines dem Argon und Helium ähnlichen Gases zuzuschreiben, insofern er im höchsten Grade unfähig ist, echte chemische Verbindungen einzugehen. Diese Auffassung, welche die centrale Voraussetzung meines Versuches bildet, muss ich eingehender behandeln, als irgend eine andere Seite des complicirten und wichtigen Gegenstandes, so z. B. den vom Aethermedium der Bewegung der Himmelskörper entgegengesetzten Widerstand, das Befolgen der Gesetze von Boyle-Mariotte und van der Waals, die ungeheure Elasticität der Aethermasse, das Maass seiner Dichte und Elasticität in verschiedenen Körpern und im Weltraume u. s. w. Alle derartigen Fragen werden so oder so bei jeder Vorstellung vom Aether als einem wägbareren, aber der Wägung unzugänglichen Stoffe gelöst werden müssen. Mir scheinen diese Seiten der Frage schon heute einer realistischen Betrachtung zugänglich, doch würde uns eine solche zu weit führen, während die Grundfrage, über die chemische Natur des Aethers, immer noch in der Luft schweben bliebe, eine Frage, ohne deren Lösung alle Betrachtungen über den Aether jeder Realität entbehren; ist aber diese Frage einmal beantwortet, so dürfte es vielleicht gelingen, in der realen Auffassung der übrigen Verhältnisse des Aethers weiter vorwärts zu schreiten. Ich spreche daher im Folgenden nur noch von meinem Versuch, den Chemismus des Aethers zu begreifen, indem ich von zwei Grundsätzen ausgehe: 1) der Aether ist das leichteste (in dieser Beziehung das Grenz-) Gas, welchem ein äusserst hochgradiges Diffusionsvermögen zukommt,

was physikalisch-chemisch bedeutet, dass seine Moleküle ein relativ sehr geringes Gewicht haben und dass die Geschwindigkeit ihrer fortschreitenden Eigenbewegung grösser ist, als bei irgendwelchen anderen Gasen*); 2) der Aether ist ein einfacher Stoff, unfähig zur Verflüssigung, unfähig zu molecularer chemischer Verbindung und zum Reagiren mit anderen einfachen oder zusammengesetzten Stoffen, wenn auch befähigt, dieselben zu durchdringen, wie Helium, Argon und ihre Analoga fähig sind, sich im Wasser und anderen Flüssigkeiten aufzulösen.

Die weiteren Schritte meines Versuches sind so innig mit dem Helium, dem Argon und ihren Analogen sowie mit dem periodischen System der Elemente verknüpft, dass ich, bevor ich weiter gehe, die genannten Gegenstände und ihren Zusammenhang etwas eingehender besprechen muss.

Als ich im Jahre 1869 auf Grund der von Dumas, Lenssen, Pettenkofer u. A. bereits erfassten Annäherungen zwischen den Atomgewichten ähnlicher Elemente die periodische Abhängigkeit zwischen den Eigenschaften aller Elemente und ihren wahren Atomgewichten (d. h. nach dem System von Avogadro-Gerhardt und den Ergänzungen von Cannizzaro, sowie den durch die periodische Gesetzmässigkeit bedingten Berichtigungen) aufstellte, war nicht nur kein einziges Element bekannt, welches zur Bildung bestimmter molecularer Verbindungen unfähig wäre, sondern es konnte nicht einmal die Möglichkeit der Existenz solcher Elemente vermuthet werden. Daher begann das System der Elemente, in der Form wie ich es damals entworfen und wie es sich bis jetzt erhalten hat, d. h. bei Anordnung der Elemente nach Gruppen, Reihen und Perioden (vgl. die erste Auflage meiner *Grundlagen der Chemie*, 3. Lieferung, erschienen 1870, sowie meine Artikel im Journal der Russischen Chemischen Gesellschaft 1869 [russisch]), mit der I. Gruppe und der 1. Reihe, in welchen sich bis jetzt der Wasserstoff befindet, dem Atomgewichte nach das leichteste Element und der Dampfdichte nach das leichteste Gas. Es ist mir nie eingefallen, dass das System der Elemente gerade mit dem Wasserstoff beginnen müsste, wenn es auch unter den bekannten Elementen ein leichteres nicht gab und auch jetzt noch nicht giebt. Ich befand mich auf dem Boden der Realität, wenn ich es wagte, nicht nur die Existenz unbekannter Elemente vorherzusagen, sondern auch

*) Es scheint mir annehmbar, dass der Aether nicht ein ganz homogenes Gas ist, sondern ein Gemisch mehrerer, sich dem Grenzstande nähernder Gase darstellt, d. h. analog unserer irdischen Atmosphäre aus einem Gasgemisch gebildet wird. Mit dieser Annahme würden wir aber die Betrachtung des Gegenstandes noch erschweren, weshalb ich hier im Folgenden bloss von einem homogenen Grenzgas spreche, das die Rolle des Aethers spielen könnte.

die chemischen und physikalischen Eigenschaften dieser Elemente als einfacher Stoffe und ihrer Verbindungen. Dies wurde, wie bekannt, durch die darauf gefolgten Entdeckungen bestätigt: des Galliums durch Lecoq de Boisbaudran, des Scandiums durch Nilson und, am glänzendsten, des Germaniums durch meinen guten Freund und Fachgenossen Clemens Winkler. Diese Vorhersagen waren im Grunde genommen das, was man in der Mathematik als Interpolation bezeichnet, d. h. das Auffinden von Zwischenpunkten auf Grund der gegebenen Endpunkte, wenn das Gesetz bekannt ist, welchem die Punkte bei ihrer Aufeinanderfolge gehorchen (oder die Richtung der dasselbe ausdrückenden Curve). Die Bestätigung der Vorhersagen ist nichts Anderes, als eine Bestätigung der Gesetzmässigkeit; man kann sich folglich heute ruhig verlassen auf das, was in den Jahren 1869—1871 bloss wahrscheinlich war, und mit Bestimmtheit anerkennen, dass die chemischen Elemente und ihre Verbindungen in einer periodischen Abhängigkeit von den Atomgewichten der Elemente stehen. Extrapoliren, d. h. Punkte ausserhalb der bekannten Grenzen auffinden, konnte man damals auf dem Boden der nicht genügend sichergestellten Gesetzmässigkeit noch nicht; jetzt aber, da sie befestigt ist, kann man es wagen, und was im Folgenden über den Aether als ein den Wasserstoff an Leichtigkeit weit übertreffendes Element gesagt werden soll, stellt eine solche Extrapolation dar. Mein Entschluss, dies trotz der gebotenen Vorsicht zu thun, wird durch zwei Gründe bestimmt. Erstens glaube ich, dass ich es nicht mehr aufschieben darf. Zweitens hat man in letzter Zeit viel und häufig von der Zersplitterung der Atome in viel kleinere Elektronen zu reden begonnen; mir scheint, diese Vorstellungen müssen nicht so wohl als metaphysische, sondern eher als metachemische bezeichnet werden und aus dem Mangel irgendwie bestimmter Erwägungen über den Chemismus des Aethers entsprungen sein. Ich wollte nun an Stelle der nebelhaften, verschwommenen Ideen eine realere Vorstellung von der chemischen Natur des Aethers hinstellen; denn solange die gegenseitige Umwandelbarkeit von Aether und gewöhnlicher Materie, sowie die gegenseitige Verwandlung der chemischen Elemente durch Nichts bewiesen ist, steht jede Vorstellung von einer Zersplitterung der Atome meines Erachtens in Widerspruch mit der modernen Wissenschaft; jene Erscheinungen aber, in denen man eine solche Zersplitterung erblicken zu dürfen glaubt, können als Ausströmungen von Atomen des all-durchdringenden, von Allen anerkannten Aethers gedeutet werden. Kurz, es scheint mir zeitgemäss, von der chemischen Natur des Aethers zu reden, um so mehr, als sich, soweit mir bekannt, noch Niemand darüber einigermaassen

bestimmt ausgesprochen hat. Als ich das periodische Gesetz auf die Analogen des Bor, Aluminium und Silicium anwandte, war ich um 33 Jahre jünger; es lebte in mir die Gewissheit, dass das Vorausgesagte sich früher oder später nothwendig bewahrheiten müsste, weil dort Alles vor mir klar lag. Die Bestätigung kam früher, als ich es erhofft hatte. Jetzt habe ich weder die damalige Klarheit noch die damalige Gewissheit. Damals riskirte ich nicht, jetzt riskire ich. Dazu gehört aber Entschlossenheit. Sie kam, als ich die radioactiven Erscheinungen sah, wie weiter unten ausgeführt werden soll, und als ich mir klar wurde, dass ich es unmöglich hinauschieben darf und dass vielleicht meine unvollkommenen Gedanken Jemanden auf einen richtigeren Weg führen könnten, als derjenige ist, der sich meinem erschwachenden Blicke als ein möglicher darstellt.

In erster Linie werde ich mich nun über die Stellung des Heliums, des Argons und ihrer Analoga im periodischen System der Elemente aussprechen, dann über die Stellung des Aethers in demselben System, wie sie mir vorschwebt, und endlich werde ich einige kurze Bemerkungen über die zu erwartenden Eigenschaften des Aethers machen, die sich aus seiner muthmaasslichen Stellung im System ergeben dürften.

Als im Jahre 1895 die ersten Nachrichten über das Argon und seine beispiellose Inactivität an mich gelangten, schien es mir berechtigt, an der elementaren Natur dieses Gases zu zweifeln, und ich vermuthete, das Argon wäre ein Polymeres des Stickstoffs N_3 , wie Ozon O_3 ein Polymeres des Sauerstoffs ist, nur mit dem Unterschiede, dass das Ozon, wie bekannt, unter Hinzufügen von Wärme aus Sauerstoff entsteht (bei gleichem Gewicht der reagirenden Masse scheidet Ozon mehr Wärme aus, als Sauerstoff bei denselben Reactionen), während man sich das Argon als unter Wärmeverlust aus Stickstoff entstehend denken könnte, wodurch sich seine noch geringere Energie erklären würde. Schon der gewöhnliche Stickstoff diene ja seither in der Chemie als ein Beispiel chemischer Trägheit, als ein einfacher Körper, der nur sehr schwierig reagirt, und würde man sich vorstellen, dass seine Atome, durch die Polymerisirung von N_2 zu N_3 verdichtet, Wärme verlieren, so könnte man sich einen noch viel trägeren, den Einwirkungen anderer Stoffe noch mehr widerstehenden Stoff denken. So ist die Kieselerde, die unter Wärmeabgabe aus Silicium und Sauerstoff entsteht, weniger als diese beiden zu chemischen Reactionen befähigt. Eine solche Vorstellung von der Natur des Argons und seinem Zusammenhang mit dem Stickstoff wurde in der That später von dem berühmten Berthelot ausgesprochen. Jetzt habe ich diese Ansicht über

die Natur des Argons längst aufgegeben und stimme damit überein, dass es ein selbständiger Elementarstoff ist, wie es Ramsay von Anfang an behauptete. Dafür hatte ich viele Gründe. Darunter sind die wichtigsten: 1) die zweifellose Sicherheit, dass die Dampfdichte des Argons geringer ist als 21, nämlich nur wenig mehr als 19 (wenn die Dichte des Wasserstoffes = 1 gesetzt wird), während man für N_3 eine Dichte von etwa 21 erwarten muss, da das Moleculargewicht $N_3 = 3 \times 14 = 42$ und die Dichte nahezu die Hälfte davon sein muss; 2) das ebenfalls von Ramsay (1895) entdeckte Helium besitzt eine Dichte von etwa 2 (auf Wasserstoff bezogen) und eine ebenso vollständige chemische Inactivität wie das Argon; da konnte aber an eine Zusammensetzung des Molecüls als Ursache der Inactivität nicht gedacht werden; 3) eine ähnliche Trägheit fanden Ramsay und Travers bei den von ihnen entdeckten weiteren Elementen Neon, Krypton und Xenon, und was für das Argon gelten könnte, war hier nicht anzuwenden; 4) die selbständigen Eigenthümlichkeiten des Spectrums bei jedem der genannten fünf Gase bei vollkommener Unveränderlichkeit unter dem Einfluss einer Reihe elektrischer Funken führten zu der Ueberzeugung, dass es eine ganze Familie von elementaren Gasen ist, die sich durch ihre chemische Inactivität von allen anderen bis dahin bekannten scharf unterscheiden; 5) die Bestimmtheit der physikalischen Eigenschaften und ihre Abstufung nach der Dichte und dem Atomgewicht*) erhöhen die Sicherheit der Annahme, dass es sich um einfache Körper handelt, deren Selbständigkeit mangels chemischer Umwandlungen nur durch die Constanz der physikalischen Eigenschaften bewiesen werden konnte, was wir den Arbeiten Ramsays verdanken. Wir verweisen zum Beispiel auf den Siedepunkt, die Temperatur, bei der die dem Atmosphärendruck gleichkommende Spannung erreicht wird und sowohl die flüssige als die gasförmige Phase bei dem Druck von 760 mm existenzfähig sind.

*) Der Zusammenhang zwischen Atomgewicht und Gasdichte ergibt sich bekanntlich aus dem Moleculargewicht nach dem Gesetze von Avogadro-Gerhardt; da das Moleculargewicht der einfachen Körper gleich ist einer bestimmten Zahl n multiplicirt mit dem Atomgewicht, so braucht man nur dieses n zu kennen, um aus dem Atomgewicht auf die Gasdichte schliessen zu können. Wird das Atomgewicht und die Gasdichte auf Wasserstoff bezogen, so ist die Dichte = $\frac{n}{2} A$, wo A das Atomgewicht bedeutet.

Für Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und andere einfache Gase ist n (die Zahl der Atome im Molecül) = 2, daher die Dichte = A . Für Quecksilber, Zink u. s. w., ebenso für Helium, Argon ist $n = 1$ (d. h. in ihrem Molecül ist nur 1 Atom), daher ist für sie die Gasdichte (bezogen auf H) gleich der Hälfte des auf H bezogenen Atomgewichtes.

	Helium	Neon	Argon	Krypton	Xenon
Chemisches Symbol und Molecularformel. . .	He	Ne	Ar	Kr	Xe
Atom- und Moleculargewicht (O = 16*) . . .	4	19,9	38**)	81,8	128
Beobachtete Dichte (H = 1)	2	9,95	18,8	40,6	63,5
Beobachteter Siedepunkt . . unter	-262°	-239°	-187°	-152°	-100°

Dies erinnert an das bekannte Verhalten der Halogene:

	Fluor	Chlor	Brom	Jod
Molecularformel .	F ₂	Cl ₂	Br ₂	J ₂
Moleculargewicht	38	70,9	159,9	254
Dampf- oder Gasdichte	19	35,5	80	127
Siedepunkt	-187°	-34°	+58,7°	+183,7°

In beiden Fällen steigt die Siedetemperatur deutlich mit dem Atom- oder Moleculargewicht.***) Als sich nun die Ueberzeugung von der elementaren Natur der Analoga des Argons, sowie von ihrer übereinstimmenden und exceptionellen Inactivität befestigte, wurde es nothwendig, diese Gruppe in das System der Elemente aufzunehmen, und zwar nicht in eine der bekannten Gruppen der Elemente, sondern in eine besondere, weil hier neue, bis dahin ganz unbekannt chemische Eigenschaften zum Vorschein gekommen waren; das periodische System stellt eben solche Elemente zu einer Gruppe zusammen, welche vor allem in ihren grundlegenden chemischen Eigenschaften übereinstimmen, geht aber dabei nicht von diesen Eigenschaften aus, sondern vom Atomgewicht, einer Grösse, die früher — vor Aufstellung jenes Systems — mit den Eigenschaften keinerlei directen Zusammenhang zu zeigen schien. Die Prüfung war eine kritische, sowohl für das periodische System, als auch für die Argon-Analoga. Beide Neulinge bestanden aber glänzend

*) Der in letzter Zeit eingebürgerte Brauch, das Atomgewicht des Sauerstoffs = 16 zu setzen, wobei sich für Wasserstoff nicht 1, sondern 1,008 ergibt, beruht darauf, dass sich mit Wasserstoff nur wenige Elemente verbinden, mit Sauerstoff dagegen die ungeheure Mehrzahl. Ich für meinen Theil habe diesen Vorschlag auch deswegen gern acceptirt, weil dies schon zum Theil dazu neigt, dem Wasserstoff die ihm längst eingeräumte Stellung als Ausgangselement zu entziehen und Elemente mit noch geringerem Atomgewicht zu erwarten, wie ich immer glaubte und wie es der Grundgedanke dieses Artikels ist.

**) Es ist anzunehmen, dass die beobachtete Gasdichte des Argons (19,95) etwas höher ist als die wirkliche und dass dies auch für das Atomgewicht des Argons gilt, wie ich es in der 7. Auflage der *Grundlagen der Chemie* (russisch) angenommen habe (S. 181).

***) Auffallend ist dabei, dass Ar und F₂ fast dasselbe Moleculargewicht haben und beide bei -187° sieden (ähnlich wie N₂ und CO, die beide bei -193° sieden), dass aber das Gesetz der Aenderung des Siedepunktes in beiden Gruppen ein ganz verschiedenes ist.

diese Probe: die Atomgewichte, die für das Helium und seine Analoga experimentell gefunden wurden, entsprachen in vorzüglicher Weise der periodischen Gesetzmässigkeit. (Fortsetzung folgt.)

Guttapercha-Gewinnung.

Kautschuk und Guttapercha finden bekanntlich in der Elektrotechnik, jedes in seiner Art, ausgedehnte Verwendung und sind je für ihre Zwecke unentbehrlich. Die Guttapercha wird ihrer hohen Isolirfähigkeit wegen zur Umhüllung der Leitungsdrähte elektrischer Kabel gebraucht. Der dementsprechend seit Jahren sich steigende Bedarf an Guttapercha hat es, wie beim Kautschuk, nothwendig gemacht, die Quellen für ihre Gewinnung ergiebiger zu machen oder zu vermehren. Während der Kautschuk hauptsächlich in Central- und Südamerika gewonnen wird, befindet sich die Heimat der die Guttapercha liefernden Bäume auf den ostindischen Inseln, besonders auf Borneo, Java, Sumatra, sowie in den Wäldern des malayischen Indiens. Ueber die neuere Art der Guttapercha-Gewinnung entnehmen wir der *Elektrotechnischen Zeitschrift* folgende interessanten Angaben.

Professor Jungfleisch wies 1892 nach, dass die den Guttapercha-Milchsaft führenden Canäle nicht nur in der Stammrinde, sondern in allen Theilen der Pflanze, besonders in den Blättern, sich befinden. Das darauffin von ihm empfohlene Verfahren, mittels Toluols die Guttapercha aus den Pflanzentheilen auszuschneiden, bewährte sich in der Praxis nicht; auch andere Lösungsmittel, wie Doppelschwefelkohlenstoff, Petroleumäther, Benzolin u. a. m., hatten nicht den gewünschten Erfolg, da sie eine durch Gummi, Albumin, Harz, Chlorophyll u. s. w. verunreinigte, stark oxydirbare und deshalb für ihren Verwendungszweck, zur Isolirung von Leitungsdrähten, nicht geeignete Guttapercha lieferten. Ausserdem führte die Entlaubung zur Vernichtung der Bäume und musste deshalb eingestellt werden. Dagegen hat ein seit einigen Jahren angewendetes Verfahren, die Guttapercha auf mechanischem Wege aus den Pflanzentheilen zu gewinnen, gute Erfolge geliefert. Die Pflanzentheile werden in Maschinen pulverförmig zerkleinert; beim Kochen dieses Pulvers in Seewasser scheidet sich dann die von allen Beimischungen reine Guttapercha in dünnen Schichten aus. Sie erzielt, ihrer Reinheit wegen, die höchsten Marktpreise, die für das Kilogramm etwa 24 Mark betragen. Um sich eine dauernde Ernte zu sichern, überwachen die Fabriken in ihren Waldungen das Pflücken der Blätter auf das sorgfältigste, damit die Bäume durch die bis zu einem gewissen Grade stattfindende Entlaubung nicht leiden; ausserdem sorgen die Fabriken für Nachwuchs an Bäumen.

Der ganze Guttaperchahandel, vom Aufkauf bis zum Export, liegt in der Hand von Chinesen. Der Haupthandelsplatz ist Singapur. Man unterscheidet im Handel zwei Sorten: die in vorbeschriebener Weise gewonnene natürliche und die gekochte Guttapercha. Letztere ist ein Gemisch von Guttapercha geringer Sorte mit allen möglichen werthlosen Zusätzen, wie Sago-mehl, Tapioka, Kehrlicht u. s. w., das in heissem Wasser erweicht, gewalzt und zu Broden geformt wird, die nun in den Handel kommen. Aber auch die natürliche Guttapercha ist selten frei von Beimischungen, wie überhaupt im Guttaperchahandel ein unglaublicher Betrug herrscht. Daraus erklärt es sich, dass Singapur in den letzten Jahren etwa 25 Procent Guttapercha mehr ausführen konnte, als von den Producenten eingeliefert wurde. Die Ausfuhr betrug im Jahre 1900 etwa 5 800 000 kg, von denen 4 640 000 kg nach England gingen. Von den besseren Sorten wird das Kilogramm mit etwa 16 Mark bezahlt.

a. [8908]

RUNDSCHAU.

(Nachdruck verboten.)

In meiner letzten Rundschau habe ich nachzuweisen versucht, dass der Reiz und die Schönheit der uns von der Natur selbst gelieferten Arbeitsmaterialien und damit die Werthschätzung, welche wir für dieselben haben, zum grossen Theil darauf beruht, dass sie organisirt sind, d. h. ein bei mikroskopischer Untersuchung nachweisbares differenzirtes Gefüge haben. Aber gerade dieser Umstand macht es unserer Technik, welche weit leichter homogene Massen hervorzubringen vermag, so schwierig, mit der schaffenden belebten Natur in Wettbewerb zu treten.

Es handelt sich hier um Verhältnisse, bei denen die Grenzen der Tragweite des wichtigsten unserer Sinne, des Gesichtes, in Betracht kommen. Das menschliche Auge kann nur solche Gegenstände scharf erkennen, deren Bildwinkel nicht unter ein gewisses Maass herabsinkt. Ist dies der Fall, so tritt an Stelle der deutlichen Abbildung auf der Netzhaut des Auges ein verschwommenes Etwas, und bei noch weiter getriebener Verringerung des Bildwinkels unterbleibt jegliche Wahrnehmung. Jenes verschwommene Etwas aber, die Andeutung von Vorhandenem, aber nicht mehr deutlich Erkennbarem, mögen wir nicht missen, sie ist uns fast so werthvoll, wie die scharfe Abbildung eines deutlich erkannten Objectes. Sie stellt bei der Betrachtung naher Gegenstände dasselbe dar, was z. B. der Hintergrund in einer Landschaft ist. Der aufs beste gezeichnete Baum oder Wasserfall, das mit aller Sorgfalt gemalte Schloss oder pittoreske alte Bauernhaus ist an sich noch kein Bild, sondern nur eine Skizze. Die Bildwirkung erlangen diese Gegenstände der malerischen Darstellung erst durch die Beigabe eines sorgfältig und verständnisvoll behandelten Hintergrundes, in welchem die entferntere Umgebung des dargestellten Hauptobjectes ebenfalls zur Darstellung gebracht und zum Theil nur angedeutet ist. Diese Andeutung ist für eine lebenswahre Wirkung des Gemäldes ganz unerlässlich. Unser Gefühl verlangt gebieterisch danach, dass dem Blick nirgends gleichmässig getönte und somit für die Netzhaut des Auges

leere Flächen entgegnetreten. Mit Recht legen deshalb auch Porträtmaler ein sehr grosses Gewicht auf die Behandlung des Hintergrundes ihrer Gemälde, selbst wenn derselbe für den Laien nur eine gleichmässig gefärbte Wand darstellen soll. Kein Maler wird einen solchen Hintergrund in der Weise darstellen, dass er die Oelfarbe möglichst glatt und gleichmässig aufstreicht. Wie langweilig wirken z. B. aus diesem Grunde manche auf Holz gemalte Bilder! Auf diesem Material lassen sich eben die Farben so vollständig glatt verstreichen, wie es nicht sein soll. Beim Malen auf Leinwand wirkt schon das Gefüge dieser letzteren, und meistens sucht der Maler die damit angedeutete Structur der Fläche noch mehr hervorzuheben, indem er mit dem Pinsel der Farbe eine ungleichmässige Oberfläche giebt oder gar die scheinbar einfarbige Fläche aus vielen kleinen Klecksen verschiedener Farben mosaikartig aufbaut. Wie weit man in dieser Hinsicht gehen kann und welche eigenartig lebendige Wirkung dabei zu Stande kommt, das erkennt man am besten bei der Betrachtung irgend eines Werkes von Segantini, welcher die Oelmalerei zu einer Art von Mosaiktechnik umgestaltet hat.

Alles dieses kommt nun auch in Betracht bei der Wirkung der natürlichen, eine bestimmte Structur besitzenden Arbeitsmaterialien. An einem Stücke Marmor oder Elfenbein oder Eichenholz sehen wir bewusstermassen die leicht erkennbaren makroskopischen Charaktere und von ihnen sprechen wir bei der Beschreibung der gesehenen Objecte, indem wir vielleicht die Aederungen des Marmors, das zarte Rahmweiss des Elfenbeins, die schönen Flammen und Masern des Holzes hervorheben. Aber daneben empfinden wir unbewusst die mikroskopische Structur dieser Materialien, die wir mit nacktem Auge nicht mehr deutlich erkennen, wohl aber genügend angedeutet fühlen, um zu wissen, dass wir es nicht mit leeren Flächen zu thun haben. Damit ist unserem ästhetischen Empfinden, dem *horror vacui* unseres Gesichtssinnes Rechnung getragen.

Sehen wir nun einmal zu, ob und in wie weit künstliche Arbeitsmaterialien dieser Forderung der eben noch erkennbaren Structur entsprechen können. Dass schmelz- oder knethbare Massen, wie z. B. Celluloid oder Hartgummi, dazu nicht geeignet sind, ist bereits besprochen worden, ebenso wie die oft sinnreichen Behelfe zur Beseitigung dieses Uebelstandes.

Nehmen wir als ein anderes viel verwendetes Material den Gips. Dieser besitzt im geformten Zustande tatsächlich eine Structur, indem einerseits aus dem mehlflein gemahlten Gipspulver beim Erhärten des mit Wasser angerührten Breies ein Haufwerk von Krystallen des gewässerten Gipses entstanden ist, andererseits das nach dem Trocknen des geformten Objectes verdunstete Wasser kleine Höhlungen zurückgelassen hat. Aber die Krystalle sind zu klein, um unserem Auge auch nur andeutungsweise erkennbar zu sein, und die in den Poren eingeschlossene Luft verhindert durch totale Reflexion des Lichtes ein Eindringen unseres Blickes in die Tiefe der Gipsfläche. Dadurch bekommt diese letztere das Todte, Uninteressante, was den Gips so sehr zu seinem Nachtheile von dem Marmor unterscheidet. Dieser letztere besteht auch aus einem Haufwerk von Krystallen, aber da diese gross genug sind, um andeutungsweise erkannt zu werden, und dicht genug an einander gepresst sind, um die Lufteinschlüsse auf ein Minimum zu reduciren, so wird die Erscheinung des Materials eine völlig andere, unserem ästhetischen Bedürfniss besser genügende. Dahingegen leidet ein anderes natürliches Material, die Kreide, welche in der Zusammen-

setzung dem Marmor völlig gleich ist, an denselben Uebelständen wie der Gips, obgleich sie, wie man unter dem Mikroskop erkennen kann, aus den zierlichsten Gebilden (Foraminiferenschalen) besteht, welche aber zu klein sind, um vom Auge auch nur andeutungsweise erkannt zu werden, und ausserdem mit so vielen Luftporen durchsetzt, dass wiederum durch totale Reflexion des Lichtes die geradezu als „kreidig“ bezeichnete Erscheinung zu Stande kommt.

Ein beliebter Kunstgriff der Gipsformer besteht darin, die ausgetrockneten Gipsfiguren in geschmolzenes Stearin zu tauchen und durch diese beim Erkalten erstarrende, krystallinische, durchscheinende Substanz die Luft aus den Poren des Gipses zu verdrängen. Derselbe wird dadurch etwas durchscheinend, und seine Oberfläche wirkt nun bedeutend angenehmer auf das Auge.

Gutes Glas ist völlig structurlos. Es verdankt seine Eigenart seiner Durchsichtigkeit, welche bei seiner Betrachtung complicirte Bildwirkungen zu Stande kommen lässt, welche die Monotonie des structurlosen Materials beleben. Heben wir aber die Durchsichtigkeit auf, wie dies z. B. beim Milchglas der Fall ist, so tritt das Monotone, Interesselose der Strukturlosigkeit sofort in die Erscheinung. Das ist der Grund, weshalb sich das Milchglas als Material kunstgewerblicher Erzeugnisse nie viel Gunst erwerben konnte.

Wie verhält es sich nun mit den keramischen Massen, welche in so hohem Grade von den bildenden Künsten herangezogen worden sind? Hier haben wir es mit der Herstellung künstlicher Massen zu thun, welche in Bezug auf die Bildung eines eben noch dem Auge erkennbaren Gefüges den Erzeugnissen der Natur am nächsten kommen. Allerdings leiden die keramischen Massen mit porösem Scherben noch stark an demselben Fehler, welcher oben für den Gips hervorgehoben wurde, an einer kreidigen Oberfläche, bewirkt durch die totale Lichtreflexion der in den Poren der Masse eingeschlossenen Luft. Aber hier steht uns ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Verfügung in den Glasuren, mit welchen wir solche poröse Thonwaren überziehen können. Durch sie wird bewirkt, dass das auffallende Licht bis in eine gewisse Tiefe der Oberfläche eindringen kann und dass die Mündungen der einzelnen Poren als kleine silberglänzende Objecte erscheinen, ganz ähnlich der Zellstruktur gewisser organisirter Erzeugnisse der Natur.

In den keramischen Massen mit dichtem Scherben, dem Steinzeug und Porcellan, sehen wir dann diese Poren erfüllt nicht mehr durch Luft, sondern durch die geschmolzene Masse der in diesen Producten enthaltenen Flussmittel. Beim Steinzeug ist dieser erstarrte Fluss noch opak und von Luftbläschen stark durchsetzt, beim Porcellan erscheint er als kaum getrübbtes Glas. In die Oberfläche des Porcellans dringt somit der Blick des Auges tiefer ein, die kryptokrystallinische Structur tritt deutlicher in Erscheinung als beim Steinzeug. Darauf beruht die feinere künstlerische Wirkung des Porcellans.

In der That kommt das Kleingefüge des Porcellans der organisirten Structur vieler Erzeugnisse namentlich des Pflanzenlebens ausserordentlich nahe. Hier wie dort haben wir eine Aneinanderlagerung zelliger Gebilde, welche von einer nahezu durchsichtigen geflossenen Masse erfüllt sind. Es ist kein Zufall, dass uns manche Blütenblätter unwillkürlich an Porcellan erinnern und dass andererseits Kunstwerke aus Porcellan, namentlich wenn der dem Material anhaftende kaltweisse Farbenton etwas gemildert wird, einen ausserordentlich lebendigen Eindruck machen. Dies gilt in gleichem Maasse von glasirtem, wie von

unglasirtem Porcellan, denn auf beide trifft die oben gegebene Schilderung zu. Die Glasur des Porcellans ist auch nicht, wie diejenigen der keramischen Objecte mit porösem Scherben (Steingut und verwandte Erzeugnisse), etwas von der Masse des Scherbens Verschiedenes, sondern sie ist ihrer Bildung und Zusammensetzung nach selbst ein Porcellan, in dem aber die geflossenen Antheile gegenüber den zellig-feuerfesten um so mehr überwiegen, je mehr wir uns der Oberfläche nähern.

Diese Beispiele liessen sich noch sehr vermehren. Wir erkennen, welche Bedeutung für die Erscheinung der Dinge das von dem Auge nicht mehr Gesehene, sondern nur noch geahnte Gefüge der Materie hat, und wir sehen mit Interesse, wie der Mensch in seinem Streben nach der Hervorbringung möglichst vollkommener Arbeitsmaterialien oft unbewusst der Natur auf ihren Wegen gefolgt ist und schliesslich Erzeugnisse von hoher Vollkommenheit zu Stande gebracht hat.

Die gelegentliche Betrachtung solcher allgemeinen Gesichtspunkte der menschlichen Arbeit ist meines Erachtens kein uninteressantes Capitel der so vielseitigen Wissenschaft der Technologie.

OTTO N. WITT. [9016]

* * *

Der Fischfang des Blasenkrauts. Vor 20 Jahren (1884) bemerkte G. E. Simms in Oxford gelegentlich, dass das gemeine Blasenkraut (*Utricularia vulgaris*) unserer Torfgräben und Seeufer neben Krebsthierchen und kleinen Wasserinsecten auch junge Fische in seinen Fangblasen fängt und tödtet. Er konnte feststellen, dass eine solche Pflanze in einem mit junger Fischbrut besetzten Zimmeraquarium innerhalb 6 Stunden 12 kleine Fische gefangen hatte. Die meisten waren mit dem Kopf voran in die kleinen Fallen gegangen, einige sassen mit dem Schwanz fest und noch andere wurden von zwei benachbarten Fallen sowohl am Kopfe, wie am Schwanz festgehalten. Weder Moseley noch Francis Darwin gelang es damals, festzustellen, wie der Fang eigentlich geschah und ob die toten Fischchen im Inneren der kleinen Blasen verdaut würden. E. Green hat diese Beobachtungen jetzt im Botanischen Garten von Peradeniya (Ceylon) wieder aufgenommen, und es konnte dort festgestellt werden, dass die Anhänge der Thüröffnung dieser Bläschen (genau so, wie man es sich gedacht hatte) bei den Bemühungen des kleinen Fisches, sich zu befreien, dahin wirken, dass er immer tiefer in das Bläschen hineingezogen wird, bis er die gegenüberstehende Innenwand des Bläschens berührt und dann nicht weiter kann. Ob die Pflanze Theile des Fisches verdaut oder ob ihr nur dessen Verwesungsproducte zu gute kommen, muss weiteren Versuchen anheimgestellt bleiben, die natürlich bei uns ebensogut angestellt werden könnten, wie auf Ceylon. E. K. R. [8850]

* * *

Ein Feind der amerikanischen Esche. Die Weissesche oder amerikanische Esche (*Fraxinus americana*) findet sich in allen östlichen Staaten von Nordamerika, von Minnesota, Nebraska, Kansas, Indian Territory und dem östlichen Texas an. An verschiedenen Orten, besonders aber an der Westgrenze ihres Gebietes, wird sie durch einen Löcherpilz, *Polyporus fraxinophilus* Peck, heimgesucht, der etwas an den Schädling der Birke, *Polyporus betulinus*, erinnert und dessen Mycel das Kernholz in eine breiige Masse umwandelt. Auf dem trockeneren, kalkigen Hügeland westlich vom Mississippi sind bis

90 Procent der Eschen befallen. Auch an unserer europäischen Hoehesche (*Fraxinus excelsior*) wächst ein korkigholziger Löcherpilz, *Polyporus fraxineus* Fries, der nach der Beschreibung nahezu mit dem amerikanischen Pilz übereinstimmt. Dr. Herm. von Schrenk an der Universität von St. Louis, welcher die neue amerikanische Krankheit untersucht hat, konnte wegen Mangels an Vergleichsmaterial die Beziehungen des amerikanischen und des europäischen Eschenpilzes nicht feststellen. Vielleicht dienen diese Zeilen dazu, die Aufmerksamkeit einzelner Leser auf Löcherpilze an unseren Eschen zu lenken und sie zu veranlassen, etwaige Funde an den Genannten zu senden.

L.-G. [8905]

* * *

Studien über die Sonnenblumen. Im Alterthum galt es für gewiss, dass sich bestimmte Blumen mit der Sonne drehen. Die alte, von Ovid so schön besungene Klytia-Sage, unser deutsches Märchen von der Sonnenwende oder Wegwarte (*Cichorium Intybus*) u. s. w. nahmen dies als gewiss an, und Pater Kircher setzte die aus Amerika herübergelommene grosse Sonnenblume sogar auf einen schwimmenden Untersatz, um ihre Drehkraft zu beweisen. Dann wurde eine längere Zeit hindurch diese Nutation der Blumen überhaupt geleugnet, bis sie von Schaffner in den Jahren 1898—1900 sicher festgestellt wurde. Wie F. L. Stevens kürzlich mittheilte, ist sie besonders auffallend beim buschigen Zweizahn (*Bidens frondosa*), der oft förmliche Dickichte bildet, an denen man feststellen kann, dass 95 bis 98 Procent aller Blumen des Morgens nach Osten und des Abends nach Westen gerichtet stehen. Doch hängt die Bewegung etwas vom Wetter und, wie schon Schaffner bei der Sonnenblume fand, auch von äusseren Umständen ab, nämlich von dem Vorhandensein genügender Feuchtigkeit im Boden und warmer, trockener Luft. Eine andere Pflanze, welche die Sonnenwendigkeit der Blüten in ausgezeichneter Weise darbietet, ist *Ambrosia artemisiaefolia*, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man sie mehrmals im Laufe des Tages aufsucht. Das Maximum der Ostwendung wird bei ihr um 9 Uhr Morgens erreicht, zu Mittag erhebt sich der Stiel senkrecht und die Maximal-Nutation gegen Westen ist um 7—8 Uhr Abends vollendet. Sobald die Sonne untergegangen ist, richtet sich die Blume auf, gegen 10—11 Uhr steht sie ganz senkrecht, bis am Morgen wieder die Ostneigung der Blüten beginnt. Stevens beobachtete die Sonnenwendung ferner sehr deutlich beim Amaranth, besonders solange die Pflanzen jung sind, und bei Hülsenpflanzen (Klee, Honigklee, Luzerne u. a.).

E. K. R. [8860]

BÜCHERSCHAU.

Eingegangene Neuigkeiten.

(Ausführliche Besprechung behält sich die Redaction vor.)

Brockhaus' Konversations-Lexikon. Vierzehnte, vollständig neubearbeitete Auflage. Neue Revidierte Jubiläums-Ausgabe. Dreizehnter bis Sechzehnter Band. Lex.-8°. Leipzig, F. A. Brockhaus. Preis des Bandes geb. 12 M.

Dreizehnter Band. Pesa—Ruder. Mit 65 Tafeln, darunter 15 Chromotafeln, 22 Karten und Pläne, und 177 Textabbildungen. (1066 S.)

Vierzehnter Band. Ruder—Soccus. Mit 83 Tafeln, darunter 8 Chromotafeln, 27 Karten und Pläne, und 247 Textabbildungen. (1056 S.)

Fünfzehnter Band. Social—Türken. Mit 80 Tafeln, darunter 10 Chromotafeln, 24 Karten und Pläne, und 276 Textabbildungen. (1066 S.)

Sechzehnter Band. Turkestan—Zz. Mit 75 Tafeln, darunter 12 Chromotafeln, 22 Karten und Pläne, und 288 Textabbildungen. (1078 S.)

Moedebeck, Hermann W. L., Major. *Taschenbuch zum praktischen Gebrauch für Flugtechniker und Luftschiffer*, unter Mitwirkung von Ing. O. Chanute, Dr. R. Emden, K. u. K. Hauptm. H. Hoernes, Prof. Dr. W. Köppen, Prof. Dr. V. Kremser, Dr. W. Kutta, Ing. O. Lilienthal (†), Prof. Dr. A. Miethe, Prof. Dr. K. Mühlenhoff und K. u. K. Oberleutn. J. Stauber bearbeitet und herausgegeben. Mit 145 Textabbildungen und 1 Tafel. Zweite gänzlich umgearbeitete und vermehrte Auflage. 12°. (VIII, 588 S.) Berlin, W. H. Köhl. Preis geb. 10 M.

Darmstaedter, L., und R. Du Bois-Reymond. *4000 Jahre Pionier-Arbeit in den exakten Wissenschaften.* 8°. (IX, 389 S.) Berlin, J. A. Stargardt. Preis geb. 5 M.

Capaun-Karlowa's, C. F., *Chemisch-technische Spezialitäten und Geheimnisse* mit Angabe ihrer Zusammensetzung nach den bewährtesten Chemikern. In vierter, vollständig umgearbeiteter, vermehrter Auflage zusammengestellt von Dr. pharm. Max von Waldheim. (Chemisch-technische Bibliothek. Band 45.) 8°. (IV, 266 S.) Wien, A. Hartleben's Verlag. Preis 2,50 M., geb. 3,30 M.

Andés, Louis Edgar. *Praktisches Rezeptbuch für die gesamte Lack- und Farben-Industrie.* Praktisch erprobte, auserwählte Vorschriften für die Herstellung und Anwendung aller Lacke, Firnisse, Polituren, Anstrichfarben u. s. w. Unentbehrliches Hand- und Hilfsbuch für alle Lack- und Farbenfabriken und Lacke und Farben verarbeitenden Gewerbe. (Chemisch-technische Bibliothek. Band 271.) 8°. (III, 432 S.) Ebenda. Preis 6 M., geb. 6,80 M.

— *Praktisches Rezeptbuch für die gesamte Fett-, Öl-, Seifen- und Schmiermittel-Industrie.* (Chemisch-technische Bibliothek. Band 272.) 8°. (III, 425 S.) Ebenda. Preis 6 M., geb. 6,80 M.

Dacqué, Dr. Edgar. *Der Descendenzgedanke und seine Geschichte vom Altertum bis zur Neuzeit.* gr. 8°. (III, 119 S.) München, Ernst Reinhardt. Preis 2 M.

Schwarz, Tjard, Marine-Oberbaurat. *Das Linienschiff einst und jetzt.* Zwei Vorträge, gehalten im Institut für Meereskunde zu Berlin im Winter 1902/03. Mit 32 Abbildungen. (Meereskunde in gemeinverständlichen Vorträgen und Aufsätzen, herausgegeben vom Institut für Meereskunde an der Universität Berlin. Erster Band. Zweites Heft.) gr. 8°. (IV, 68 S.) Berlin, Ernst Siegfried Mittler & Sohn. Preis 1,75 M.

Keller, C. *Zur Abstammungsgeschichte unserer Hunderrassen.* Eine Abwehr gegenüber Herrn Prof. Th. Studer. (Separat-Abdruck aus der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. XLVIII. Jahrgang. 1903.) gr. 8°. (18 S.) Zürich, beim Verfasser (Prof. Dr. Conrad Keller).

Verein Merkur, Kaufmännischer Verein in Nürnberg. *Jahrbuch für 1903/1904.* Dritte Folge. 12°. (128 S.) Nürnberg, Verlag des Vereins Merkur.