

hyaline, eisähnliche Masse resultirt. 15 Th. Paraffin und 85 Th. Ricinusöl geben einen guten Körper für Eispomade; das Parfüm muss der Mischung zugesetzt werden, so lange sie noch völlig flüssig ist.

**Eisphosphorsäure**, s. Phosphorsäure.

**Eiweiss**, thierisches, s. Albumine, Bd. I, pag. 194 und *Ova gallinacea*.

— **Samen-Eiweiss**, s. Endosperm.

**Eiweissfermente**, s. Enzyme, Pepsin und Trypsin.

**Eiweisskörper**, s. Albuminkörper und Albumine, Bd. I, pag. 197 und 194.

**Eiweisspapier**, Albuminpapier, für photographische Zwecke. — S. Photographie.

**Eiweisspepton**, s. Peptone.

**Eiweissstoffe**, s. Albumine und Albuminkörper, Bd. I, pag. 164 und 197.

**Eiweiss-Reagenspapier**. Um die Eiweissprobe im Harn so handlich als möglich zu machen, wurde in neuerer Zeit folgende Eiweissprobe mit Hilfe von Filtrirpapierstreifen empfohlen. Auch wurde das Eiweissreagenspapier zugleich mit einem Zuckerreagenspapier (s. d.) für die Aerzte in den Handel gebracht. Für die Eiweissreaction mittelst Reagenspapier benöthigt man deren zwei, von denen das erstere dazu dient, den Harn mit einer Pflanzensäure anzusäuern, während das zweite das eigentliche Fällungsmittel des Eiweisses (Quecksilberjodkalium) enthält. Es wird demnach 1. soviel gutes dickes Filtrirpapier, als dem Bedarfe entspricht, mit einer concentrirten Lösung von Citronensäure getränkt und dann getrocknet; 2. eine entsprechende Menge Filtrirpapier mit einer etwa dreiprocentigen Lösung von Sublimat, der 12—15procentige Jodkaliumlösung hinzugefügt ist, durchtränkt und nachher getrocknet. Von den Streifen dieser beiden Papiere gibt man in den zu prüfenden Harn zuerst ein 2 cm langes Streifchen des Säurepapiers, schüttelt gut, um das Papier auszulaugen, hierauf fügt man ein gleich grosses Stück Quecksilberjodkaliumpapier hinzu und verfährt in gleicher Weise. Ist Eiweiss im Harn vorhanden, so entsteht ein voluminöser, flockiger Niederschlag. Die Fehlerquellen dieser Probe sind nun folgende: Auch schon im concentrirten eiweissfreien Harn können durch diese Reaction Niederschläge, aus Verbindungen der Harnsäure mit dem Quecksilberdoppelsalz bestehend, auftreten. Diese sind wohl in der Wärme löslich; jedoch wenn einmal bei der Reaction gekocht werden muss, dann ist die Kochprobe auf Eiweiss so einfach und so sicher, dass man sie jeder anderen Reaction vorziehen wird. Wohl hat man, um der Nothwendigkeit, den Harn kochen zu müssen, im Vorhinein auszuweichen, vorgeschlagen, einen an Harnsäure und harnsauren Salzen reichen Harn bis zur Hälfte zu verdünnen — und es ist diesbezüglich zu bemerken, dass durch die Verdünnung des Harnes die Schärfe der Probe keineswegs beeinträchtigt wird. Jedoch erhält man durch diese Probe nicht in gleicher Weise, wie dies bei der Kochprobe der Fall ist, zugleich einen Anhaltspunkt über die Menge des Eiweisses im Harn, denn es wird nur so viel Eiweiss gefällt, als der Menge des hinzugefügten Fällungsmittels entspricht. Wenn nun mit einem kleinen Streifen des Quecksilberjodkaliumpapiers die flockige Fällung auftritt und man sich nun damit zufrieden gibt, die Gegenwart von Eiweiss constatirt zu haben, so hat man keine Ahnung davon, dass auf weiteren Zusatz von 3 und 4 Stückchen dieses Papiers noch immer ein Niederschlag entstehen würde. Es ist also anzurathen, von beiden Papieren so lange kleine Stücke in den Harn zu geben, als nach dem Auslaugen derselben durch Schütteln immer wieder der Niederschlag sich vermehrt.

Loebisch.

**El Molar** in Spanien, unweit Madrid, besitzt Schwefelquellen.

**Elaeagnaceae**, eine Familie der *Thymelinae*. Baum- oder strauchartige, der gemässigten Zone der nördlichen Halbkugel angehörende Gewächse. Die Blätter und jungen Aeste aller Arten sind mit sternförmigen, glashellen, silberweissen oder bräunlichen Schüppchen besetzt, weshalb diese Gewächse in Parkanlagen eigenthümliche Farbencontraste hervorrufen. Der deutsche Name „Oelweiden“ nimmt Bezug auf die Gestalt der Früchte und der Blätter. Erstere gleichen in etwas den Oliven, letztere den Blättern der Weiden. Charakter: Blüten 2häusig oder vielchig. Perigon unterständig, 2- oder 4spaltig, innen gefärbt, in der Knospelage klappig. Staubgefässe so viel oder doppelt so viel als Perigonzipfel. Fruchtknoten 1fächerig. Frucht eine von dem fleischig werdenden unteren Theil der Perigonröhre umgebene Nuss.

Sydow.

**Elaeis**, Palmengattung aus der Gruppe der *Cocoinae*, Unterfamilie *Ceroxylinae*. Der mässig hohe, dicke Stamm trägt an dornigen Stielen schmal gefiederte Blätter. Der ästige, in der Jugend flockig behaarte Blütenkolben ist von zwei bleibenden Scheiden umgeben. Die ♂ Blüten besitzen ein 6blättriges Perigon in zwei Kreisen, 6 am Grunde verwachsene Staubgefässe und einen rudimentären Fruchtknoten. In den ♀ Blüten ist der innere Perigonkreis mitunter mehrblättrig, aus dem 3fächerigen Fruchtknoten entwickelt sich eine 1samige Steinfrucht mit schwammigem oder ölichem Fleisch.

*Elaeis guineensis* L., die Oelpalme, besitzt einen bis 10 m hohen, geringelten Stamm mit sehr grossen (bis 5 m langen) Blättern, deren Basen sehr spät abfallen und dadurch dem Stamme ein charakteristisch geschupptes Aussehen verleihen. ♂ und ♀ Blüten in getrennten Kolben auf demselben Stamme zwischen den Blattachsen. Die Fruchtkolben werden bis 50 kg schwer und tragen dichtgedrängt bis gegen 800 pflaumen- bis eigrosse orangefarbige, weichschalige Früchte mit knochenhartem, dreikantigem Kern.

Die Oelpalme ist im tropischen Afrika ausserordentlich verbreitet, und wird in neuerer Zeit, seitdem das Palmöl zu einem wichtigen Exportartikel wurde, auch cultivirt. Das Palmöl (s. d.) wird durch Auspressen des Fruchtfleisches, welches davon gegen 70 Procent enthält, schon an den Productionsorten gewonnen, das Palmkernfett wird aus den ebenfalls öreichen (35—45 Procent) Samen in Europa dargestellt.

J. Moeller.

**Elaeocarpus**, Gattung der *Tiliaceae*. — *E. copaliferus* Retz., die Mutterpflanze des Manila-Copals und Piney-Talges, wird jetzt als *Vateria indica* L. zu den Dipterocarpeen gestellt.

**Elaeokom**, ein künstlicher Kautschuk; bereitet aus mit Salpetersäure gekochtem Leinöl, Kautschuk, Schwefel, Kreide, Bolus oder anderen derartigen Körpern, die zur Erreichung der Consistenz zugesetzt werden.

**Eläopten** heisst, im Gegensatze zum Stearopten, der auch bei niedriger Temperatur flüssig bleibende Antheil der ätherischen Oele.

**Elaeosacchara** (ἐλαιον, Oel und σάκχαρον, Zucker), Oelzucker. Man versteht hierunter Verreibungen von ätherischen Oelen mit Zuckerpulver, und zwar nach Ph. Austr. und Ph. Germ. im Verhältniss von 1 Tropfen Oel auf 2 g Zucker. Sie werden in der Regel als Geschmackscorrigens zu pulverförmigen Arzneimischungen, bisweilen auch in derselben Absicht als Zusatz zu Mixturen verordnet. In einigen Fällen, wie bei *Elaeosaccharum* Cinae etc. wird mit der Verabreichung von Oelzucker auch die specifische Wirkung des betreffenden ätherischen Oeles beabsichtigt.

Der Umstand, dass die *Elaeosacchara* gewissermassen als die feste Form zur Dispensation der ätherischen Oele betrachtet werden können, hat zu einer Erweiterung des Begriffes *Elaeosaccharum* in dem Sinne geführt, dass man auch Verreibungen von anderen durch Geruch ausgezeichneten Stoffen mit Zucker als *Elaeosacchara* bezeichnet hat. Es gehört hierher in erster Linie das *Elaeosaccharum*

Vanillae, eine Verreibung von 1 Theil Vanille mit 9 Theilen Zuckerpulver. Dasselbe wird am besten in der Weise bereitet, dass man die in kleine Querstückchen zerschnittene Vanille zuerst mit etwas Milchzucker in Stücken und einem Theile des Rohrzuckers, ebenfalls in Stücken, tüchtig zerstösst, absiebt, den Rückstand mit einem neuen Theile des Zuckers bearbeitet und so fort, bis nahezu Alles durch das Sieb abgegangen ist.

Die Oelzucker aus Orange und Citronen, die zur Herstellung von Punsch- oder Limonadesyrupen dienen sollen, werden besonders fein erhalten, wenn man die betreffenden Früchte auf Zucker in Stücken abreibt, so dass der Zucker mit dem in der Aussenschicht der Fruchtschale enthaltenen ätherischen Oele möglichst imprägnirt wird.

Holdermann.

**Elaïdin**, das Triglycerid der Elaïdinsäure ist isomer mit dem Trioleïn. Man erhält Elaïdin durch Einleiten von salpetriger Säure, welche man z. B. aus Stärke und Salpetersäure entwickeln kann, in Trioleïn oder durch Schütteln dieses Glycerides mit rother Salpetersäure. Nach mehrstündigem Stehen ist die ganze Masse krystallinisch erstarrt. Reines Elaïdin ist rein weiss, schmilzt bei 38° und erstarrt bei 28°.

Die aus Olivenöl, Mandelöl oder Schweinefett erhaltenen Elaïdinmassen finden zur Herstellung einiger Salben (*Unguentum oxygenatum* und *Ung. citrinum*) pharmaceutische Anwendung.

Benedikt.

**Elaïdinprobe.** Diese zur Unterscheidung der trocknenden von den nicht-trocknenden Oelen vielfach angewandte Prüfungsmethode beruht darauf, dass sich das flüssige Trioleïn bei Gegenwart von salpetriger Säure in das isomere feste Elaïdin verwandelt, während die Glyceride der Leinölsäure und ihrer Homologen flüssig bleiben.

Für die Ausführung der Probe gibt es viele verschiedene Vorschriften, die sich übrigens von dem ursprünglichen, zuerst von POUTET angegebenen Verfahren nur wenig unterscheiden:

Man löst 1 ccm Quecksilber in 12 ccm kalter Salpetersäure von 1.420 spec. Gewicht und schüttelt 2 ccm der frischen dunkelgrünen Lösung in einer weithalsigen Flasche mit 50 ccm des zu prüfenden Oeles durch 2 Stunden von 10 zu 10 Minuten gut durch, dann lässt man 24 Stunden an einem kühlen Orte stehen.

Olivenöl und Mandelöl geben eine harte Masse, während Leinöle, Hanföl, Nussöl, Mohnöl flüssig bleiben. Die anderen Oele liefern feste Ausscheidungen oder werden butterartig, pastenförmig etc.

Genauere Unterscheidungsmerkmale für die einzelnen Oele wollte man in der Zeitdauer, die die Oele zum Festwerden brauchen, und in den verschiedenen Färbungen finden, welche durch die Reaction hervorgerufen werden, doch darf man diesen Reactionen kein grosses Gewicht beilegen, da sich bei verschiedenen Proben desselben Oeles grosse Verschiedenheiten zeigen.

Die Elaïdinprobe ist durch das v. HÜBL'sche Jodadditionsverfahren (s. Fette) in den meisten Fällen entbehrlich geworden.

Benedikt.

**Elaïdinsäure**,  $C_{18}H_{34}O_2$ . Wird aus der isomeren Oelsäure durch Einwirkung von salpetriger Säure gewonnen. Wenn die Masse erstarrt ist, wird sie mehrmals mit Wasser ungeschmolzen und zuletzt aus Alkohol krystallisirt.

Die Elaïdinsäure bildet grosse Blätter von Perlmutterglanz, die bei 44—45° schmelzen und unzersetzt destilliren.

Die Elaïdinsäure hat trotz vieler Vorschläge, sie für die Seifen- und Kerzenfabrikation zu verwenden, noch keine technische Anwendung gefunden.

**Elaïn** ist die in der Praxis gebräuchliche Bezeichnung der technischen Oelsäure (s. Oelsäure).

Benedikt.

**Elaïnsäure** ist ein von Einigen gebrauchtes Synonym für Oelsäure (s. d.).

**Eläinseife.** Die als Nebenproduct der Stearinkerzenfabrikation gewonnene technische Oelsäure (Olein, Elaïn) wird zum grössten Theile der Seifenfabrikation zugeführt. Die Verseifung kann mit Soda vorgenommen werden, doch zieht man des lästigen Schäumens halber meist vor, mit Aetznatron zu arbeiten.

Die Seifen sind gelblich bis bräunlichgelb gefärbt und besitzen nur einen verhältnissmässig geringen Wassergehalt (15—20 Procent), indem reinen Oelsäureseifen die Fähigkeit abgeht, grössere Wassermengen aufzunehmen. Benedikt.

**Eläiometer** von GOBLEY ist ein mit besonderer Scala versehenes Aräometer zur Bestimmung des specifischen Gewichts fetter Oele, um dadurch Verfälschungen zu entdecken (s. Oele).

**Elaldehyd** = Paraldehyd (s. d.).

**Elaphomyces**, Gattung der *Tuberacei*. Aus parasitisch lebendem Mycelium sich entwickelnde, knollenförmige Fruchtkörper mit derber, geschichteter Peridie, von dunkler Sporenmasse erfüllt und einem zartflockigen Capillitium durchzogen. Die kugeligen Sporen stehen zu 1—8 in kurzgestielten, kugeligen Schläuchen.

*Elaphomyces granulatus* Fr., Hirschtrüffel, ist hasel- bis wallnussgross, an der Oberfläche gelblich bis braun, stumpf warzig. Liefert *Boletus cervinus* (s. Bd. II, pag. 350).

Andere in Deutschland vorkommende Arten sind: *E. muricatus* Fr. mit spitzstacheligen Warzen; *E. variegatus* Vitt. mit orangefarbiger, eckig-warziger Peridie; *E. decipiens* Vitt. mit glatter Peridie.

**Elaphrium**, eine *Burseraceen*-Gattung JACQUIN'S, jetzt mit *Bursera Tr. et Pl.* vereinigt.

*Elaphrium tomentosum* Jqu. (*Bursera tomentosa Triana et Planchon*), ein Baum des tropischen Amerika, gilt als eine der Stammpflanzen des T a c a m a h a c a-Harzes.

**Elaps**, eine zu den *Proteroglyphen* gehörige Gattung tropischer Giftschlangen, deren Gift einst homöopathisch verwendet wurde.

**Elasticität** (ἐλαστότητα, ziehen, treiben) ist jene Eigenschaft der Körper, vermöge welcher ihre Theilchen durch Einwirkung äusserer Kräfte aus der Gleichgewichtslage verschoben werden können, in ihre ursprüngliche Lage aber zurückkehren, wenn die verschiebenden Kräfte zu wirken aufhören.

Für hinreichend schwache Kräfte sind alle Körper elastisch, für jeden gibt es aber auch ein gewisses Maass der einwirkenden Kraft, bei dessen Ueberschreitung Formveränderungen auftreten, die auch nach dem Aufhören der Kraftwirkung noch andauern, wenn nicht überhaupt eine Trennung im Zusammenhang der Theile des Körpers eingetreten ist. Dauernde Veränderungen bringen bei langer Einwirkung auch solche Kräfte hervor, für welche sich bei kurzer Einwirkung der betreffende Körper als vollständig elastisch erweist.

Die grösste Verschiebung, welche die Theilchen eines Körpers ohne bleibende Veränderung desselben ertragen, nennt man Elasticitätsgrenze, die Grösse der Kraft aber, welche zu solchen Verschiebungen erforderlich ist, Elasticitätsgrösse.

Körper, bei welchen die Elasticitätsgrenze ausserordentlich niedrig liegt, ja zuweilen kaum bemerkbar ist, nennt man plastisch, wie Wachs, Lehm und andere. Im gewöhnlichen Leben bezeichnet man nur jene Körper als elastisch, deren Elasticitätsgrenze eine bedeutende ist, wie z. B. Stahl, Fischbein, Elfenbein, Schildpatt, Horn, Membranen u. dergl. Ein Körper, welcher durch Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze eine dauernde Formveränderung erlitten, ist deshalb nicht unelastisch geworden, sondern hat nur eine andere, im Allgemeinen kleinere Elasticitätsgrenze und -Grösse erhalten. Bei zunehmender Deformation erfolgt schliesslich eine Trennung des Zusammenhanges. Körper, bei welchen eine solche Trennung schon eintritt, wenn die Elasticitätsgrenze auch nur sehr wenig überschritten

wird, bezeichnet man als spröde, wie beispielsweise rasch gekühltes Glas (Glas-  
thänen, Bologneserfläschchen). Dehnbar sind Körper, deren Elasticitätsgrenze  
überschritten werden kann, ohne dass ihr Zusammenhang darunter leidet, wie  
z. B. Blei, Gold u. A. Ist eine grosse Kraft nothwendig, um eine kleine Verschie-  
bung der Theile eines Körpers hervorzubringen, so spricht man von einem harten  
Körper, während bei den sogenannten weichen Körpern schon eine kleine Kraft  
relativ grosse Verschiebungen hervorruft. Doch kann ein weicher Körper immer-  
hin elastisch sein (Kautschuk).

Die Verschiebung der Theile eines elastischen Körpers kann nun in verschie-  
dener Weise erfolgen, und je nach der Art der Einwirkung unterscheidet man die  
Zug- oder Druckelasticität, die Biegungs- und Torsionselasticität.

Die Zug- oder Druckelasticität kommt zur Erscheinung, wenn eine Kraft einen  
Körper, der gewöhnlich die Stab- oder Cylinderform besitzt und an einem Ende  
befestigt ist, zu verlängern oder zu verkürzen sucht. Bezeichnet man mit  $Q$  den  
Querschnitt, mit  $L$  die Länge dieses Stabes, so muss die senkrecht zum Quer-  
schnitt wirkende Kraft  $P$ , welche eine bestimmte, innerhalb der Elasticitätsgrenze  
liegende Längenänderung  $l$  zu bewirken vermag, um so grösser sein, je grösser  
die beabsichtigte Längenänderung, je grösser der Querschnitt und je kleiner die  
Länge ist. Die Kraft ist also mit den bezeichneten Grössen durch die Gleichung:

$P = E \frac{Q}{L} l$  verbunden, in welcher  $E$  eine von der Beschaffenheit des beanspruchten  
Körpers abhängige Constante, den sogenannten Elasticitätscoefficienten  
oder Elasticitätsmodulus bedeutet. Derselbe ist numerisch dem reciproken  
Werth der Längenänderung gleich, welche die Krafteinheit an einem Stabe vom  
Querschnitt  $1$  und der Länge  $1$  bewirken kann. Man definiert ihn auch als jene  
Kraft, welche einen Stab vom Querschnitt  $1$  auf das Doppelte seiner Länge aus-  
zudehnen vermag, falls eine solche Deformation ohne Aenderung des Zusammen-  
hanges und der Elasticitätsverhältnisse möglich wäre.

In manchen Substanzen, wie in Hölzern oder Krystallen, ändert sich der  
Elasticitätscoefficient mit der Richtung, in welcher er bestimmt wurde. Von beson-  
derer Wichtigkeit ist dieser Umstand für die optische Untersuchung der Krystalle,  
indem man ja in der Theorie der Doppelbrechung annimmt, dass der Aether  
selbst eine mit der Richtung variable Elasticität besitzt, sich also gleichsam wie  
ein krystallisirter Körper verhält. In solchen Fällen lässt sich die nach irgend  
einer Richtung vorhandene Elasticität nach den Werthen berechnen, welche sie  
nach drei ausgezeichneten, zu einander senkrechten Richtungen, den sogenannten  
Elasticitätsachsen besitzt. In den rechtwinkligen Krystallsystemen fallen die Elasti-  
citätsachsen mit den krystallographischen Hauptachsen zusammen.

Bei der Ausdehnung eines stabförmigen Körpers durch eine äussere Kraft tritt  
gleichzeitig eine Verringerung des Querschnittes ein, jedoch so, dass während der  
Einwirkung der dehnenden Kraft das Gesamtvolumen grösser ist als im ursprüng-  
lichen Zustand.

Die Biegungselasticität tritt in Erscheinung, wenn z. B. ein Stab, der an einem  
Ende befestigt oder an beiden unterstützt ist, durch eine senkrecht gegen seine  
Längensaxe wirkende Kraft beansprucht wird. Die Grösse der Biegung, welche  
unter dem Einfluss dieser Kraft erfolgt, hängt wesentlich von der Art der Befestigung  
und Belastung, sowie von der Gestalt des gebogenen Körpers ab, so  
dass sich einfache Regeln für ihre Berechnung nicht aufstellen lassen.

Die Torsionselasticität macht sich geltend, wenn ein stabförmiger, an einem  
Ende befestigter Körper an seinem freien Ende gedreht wird. Bei dieser Art der  
Beanspruchung ist stets die drehende Wirkung der Kraft dem Drehungswinkel  
proportional, ein Umstand, welcher die grosse Verwendbarkeit solcher Torsions-  
wirkungen bei physikalischen Messapparaten begründet.

Was die Elasticität tropfbar flüssiger Körper anbelangt, so zweifelte man früher  
überhaupt an der Möglichkeit, das Volumen von Flüssigkeiten zu verkleinern, bis

sie von OERSTED und in noch strengerer Weise von REGNAULT experimentell nachgewiesen wurde.

Bei Gasen, welche überhaupt kein selbstständiges Volumen besitzen, kann man natürlich auch nicht mehr von Elasticität im gewöhnlichen Sinne des Wortes sprechen.

Als Ursache der Elasticität gelten die zwischen den einzelnen Theilchen eines Körpers wirkenden anziehenden und abstossenden Kräfte (s. Molecularkräfte), welche sich in den Gleichgewichtslagen der Moleküle gegenseitig aufheben. Tritt aber eine Verschiebung der kleinsten Theile ein, so gewinnen sofort je nach der Art dieser Verschiebung die einen oder die anderen Kräfte das Uebergewicht. Bei Ausdehnungen sind die anziehenden, beim Zusammendrücken die abstossenden Kräfte thätig, um die Theilchen wieder in ihre frühere Lage zurückzubringen. Bei dehnbaren oder plastischen Körpern kommen die Theilchen zwar nicht in ihre ursprüngliche Gleichgewichtslage, gerathen aber in eine andere, in der sie neuerdings verharren können.

Elasticitätskräfte treten uns vielfach im Leben entgegen. Sie dienen als Triebkräfte gespannter Federn in Uhrwerken, als Vergleichskräfte bei vielen Messinstrumenten, wie Dynamometern, Federwagen, Galvanometern u. a., ferner zur Beseitigung von Erschütterung und zur Schwächung von Stosswirkungen. Elasticität zeigt sich bei Verlängerungen und Verkürzungen der Muskeln, sie bewirkt das Abprallen der Körper beim Stosse, erzeugt und unterhält die tongebenden Schwingungen fester Körper, wie Stimmgabeln, Saiten u. dergl.; auch wird zur Erklärung der Lichtphänomene die Elasticität eines Mediums, des Aethers, herangezogen.

Pitsch.

**Elastin** gehört in die Gruppe der Albuminoide (s. d., Bd. I, pag. 202) und bildet den Hauptbestandtheil der im thierischen Bindegewebe überall vertheilten, im Nackenbande des Rindes am dichtesten angehäuften elastischen Fasern. Zur Reindarstellung des Elastins wird zerkleinertes Nackenband 3—4 Tage mit Wasser, dann mit 1procentiger Kalilauge, mit 10procentiger Essigsäure gekocht, mit 5procentiger Salzsäure kalt macerirt, hierauf mit Alkohol, dann mit Aether extrahirt, fein gepulvert und durch andauernde Extraction mit Aether von den letzten Resten Fett befreit. Es bildet ein gelblichweisses Pulver, das mikroskopisch die Formen der elastischen Fasern zeigt. Es wird von Pepsin und Salzsäure verdaut unter Bildung von Hemi-elastin, welches in kaltem Wasser löslich, beim Kochen seiner Lösungen flockig ausfällt, beim Erkalten sich wieder löst, und von Elastinpepton, welches sich von gewöhnlichem Eiweisspepton nicht wesentlich unterscheidet. Es ist frei von Schwefel, enthält 54 Procent Kohlenstoff, 7 Procent Wasserstoff, 16.39 Procent Stickstoff und Spuren von Asche. Bei der Spaltung durch Salzsäure liefert es Leucin, Glycocoll, Amidovaleriansäure, Tyrosin und Ammoniak, dagegen nicht: Glutaminsäure, Asparaginsäure und Schwefelwasserstoff, wodurch es sich von Eiweiss und Keratin scharf unterscheidet.

J. Mauthner.

**Elateren**, Schleuderer, heissen eigenthümliche, im Sporogonium der Lebermoose neben den Sporen sich entwickelnde Zellen mit spiralförmiger Verdickung. Ebenso heissen die spiraligen Bänder, welche die Sporen der Equisetaceen umwinden (Fig. 103).

**Elaterin**,  $C_{20}H_{28}O_5$ . Indifferenten Stoff in den Früchten von *Ecbalium Elaterium* Rich. Der ausgepresste eingedickte Saft der Früchte wird mit Alkohol ausgezogen, die Lösung mit Ligroin geschüttelt und dann verdampft. Sechsheitige Tafeln. Schmelzpunkt  $200^\circ$ . Unlöslich in Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien; schwer löslich in Aether, leicht in Alkohol. — S. auch Elaterium.

Ganswindt.

**Elaterinsäure** ist identisch mit Ecbalin (s. d., Bd. III, pag. 576).

Fig. 103.



**Elaterium**, von RUPP aufgestellte Gattung der *Cucurbitaceae*, synonym mit *Ecbalium* Rich. (s. pag. 576).

*Fructus Elaterii* s. *Ecbalii* s. *Cucumeris anserini* s. *Momordicae* sind die ellipsoidischen, gegen 5 cm langen und halb so dicken, grünlichen, weichstacheligen, saftigen, 3fächerigen Beeren von *Ecbalium Elaterium* Rich., der in den Mittelmeerländern heimischen Spritz- oder Eselsgurke. Bei der Reife trennt sich die Beere plötzlich von ihrem Stiele und in demselben Augenblicke werden durch die entstandene Oeffnung die Samen sammt dem Fruchtsafte herausgespritzt. Die Samen sind 4 mm lang, braun, glatt, flach und schmal berandet.

Das Fruchtmus der Springgurke schmeckt sehr bitter und schleimig. Es enthält als wirksamen Bestandtheil Elaterin, ausserdem einen amorphen Bitterstoff, Wein- und Citronensäure, eine eigenthümliche organische Säure, Zucker etc. (KÖHLER). Aus der ganzen Pflanze stellte WALZ noch vier nicht genauer bestimmte Körper dar: Prophetin, Eebalin oder Elaterinsäure, Hydroelaterin und Elaterid.

Man sammelt die Früchte vor der völligen Reife (August), weil sie in diesem Zustande den höchsten Elateringehalt besitzen (0.7 Procent). Später nimmt derselbe ab und scheint endlich ganz zu verschwinden.

Die Früchte werden (Ph. Brit.) der Länge nach aufgeschnitten, der nach leichtem Pressen herausfliessende Saft wird durch ein Haarsieb gegossen und absitzen gelassen. Die überstehende Flüssigkeit wird abgegossen, der Bodensatz auf ein leinenes Filter gebracht und auf porösen Ziegeln bei gelinder Wärme getrocknet. Die Ausbeute erreicht kaum 0.2 Procent. Sie stellt schliesslich 2 mm dicke, leicht zerreibliche, grünlich- oder gelblichgrüne Kuchen dar, das sogenannte *Elaterium album* s. *anglicum*. Es schmeckt sehr bitter und scharf, denn es besteht zum grossen Theile (33.6 Procent, FLÜCKIGER) aus Elaterin und soll kein Amylum und keinerlei Gewebsreste enthalten. Mit Säuren darf es nicht aufbrausen und muss an kochenden Alkohol von 0.838 die Hälfte seines Gewichtes abgeben. Wird diese Lösung concentrirt und zu warmer Aetzkallilösung von 1.058 gesetzt, so müssen sich nicht weniger als 20 Procent Elaterin in farblosen Krystallen ausscheiden (Brit.). FLÜCKIGER fand in reinem Londoner Elaterium 8 Procent Asche.

Das Elaterium ist vorsichtig aufzubewahren; es ist ein sehr heftig wirkendes Drastieum, zugleich aber ein unzuverlässiges, weil sein Elateringehalt grossen Schwankungen unterworfen ist. Einzelgabe 0.005—0.05, 0.02 (Ph. Suec.).

*Elaterium nigrum* ist das aus dem Saft der zerquetschen Früchte durch Eindampfen gewonnene Extract. Es enthält viel weniger Elaterin, in der Regel kaum 5 Procent.

Verfälschungen wurden mit Calciumcarbonat und mit Amylum beobachtet. Das erstere verräth sich durch das Aufbrausen beim Uebergiessen mit Säuren; ein Zusatz von Stärke ist durch das Mikroskop leicht nachweisbar.

**Elatine** ist eine in Italien und dem südlichen Frankreich gebräuchliche Bezeichnung für *Aqua Picis* (nach DORVAULT durch Infundiren von 20 Th. besten norwegischen Theeres mit 1000 Th. kochenden Wassers, Erkaltenlassen und Filtriren der Flüssigkeit zu bereiten).

**Elatopissa** ist (nach LANDERER) ein in Griechenland sehr geschätztes Volksheilmittel gegen Lungenleiden etc. Es stellt die mastixähnlichen Harztropfen dar, welche aus den Zapfen verschiedener Abiesarten in den Monaten Juli und August ausschwitzen.

**Elayle chlorata, Elaylchlorid, Elaylchlorür** = Aethylenum chloratum.

**Electuaria** (von λείγειν, lecken, το ἐκλείγειμα, ein Brei zum Lecken), Latwergen. Die Latwerge ist eine Mischung pulverförmiger Substanzen mit Syrupen, Honig oder Pulpen zu einer Masse von musartiger Consistenz; die „Latwergenconsistenz“ gestattet die Anfertigung selbständig geformter Theile, wie Pillen oder Bissen,

nicht, ist aber zähe genug, um nicht vom Spatel abzulaufen. In selteneren Fällen treten an Stelle von Honig oder Syrup fette Oele und Balsam, z. B. Balsamum Copaivae. Behufs Bereitung von Latwergen werden die in Verwendung kommenden Pulver zuerst gemischt, dann wird nach und nach Honig, Syrup etc. hinzugegeben. Bei Herstellung grösserer Mengen Latwerge ist es dagegen zweckmässig, umgekehrt zu verfahren, das heisst die gut gemischten, wenn nöthig nochmals gesiebten Pulver dem Honig oder der Pulpa zuzusetzen. Vorräthig zu haltende Latwergen müssen, um sie vor Gährung zu schützen, während der Mischung oder nachträglich auf 65° bis 75° erhitzt werden.

Die Latwergen, von denen früher eine grosse Anzahl verschiedener Sorten in den Apotheken vorräthig gehalten wurden, sind gegenwärtig keine sehr beliebte Arzneiform mehr; die Ph. Austr. führt noch 3 Latwergen auf, die Ph. Germ. hat aber nur 1 Electuarium aufgenommen. Bemerkenswert zu werden verdient noch, dass in Frankreich diejenigen Latwergen, welche Opium enthalten, „Opiats“ heissen, dass jedoch vom französischen Publicum der Name Opiat vielfach auch von Latwergen anderer Art gebraucht wird.

**Electuarium anthelminthicum**, Wurmlatwerge. 5 Th. *Tubera Jalapae pulv.*, 15 Th. *Flores Cinae pulv.* und 15 Th. *Rhiz. Filicis pulv.* mit 65 Th. *Mel depuratum* zur Latwerge zu mischen. — E. a. Hufeland. 3 Th. *Radix Valerianae*, 2 Th. *Tubera Jalapae*, 8 Th. *Flores Cinae*, 6 Th. *Kalium tartaricum*, 15 Th. *Oxymel Scillae* und 20 Th. *Syrup. communis*.

**Electuarium aromaticum** (Ph. Austr.), Electuarium stomachicum. Die Pulver von je 100 Th. *Folia Menthae piperitae* und *Folia Salviae*, je 20 Th. *Radix Angelicae* und *Rhizom. Zingiberis*, je 10 Th. *Cortex Cinnamomi*, *Caryophylli* und *Nuces moschatae* werden mit q. s. (circa 600 Th.) *Mel depuratum* unter gelinder Erwärmung im Wasserbade zur Latwerge gemischt.

**Electuarium aromaticum cum Opio**, Electuarium anodynum, Theriaca (Ph. Austr.). Zu 120 Th. *Electuarium aromaticum* wird 1 Th. *Opium pulver.* gemischt.

**Electuarium Balsami Copaivae compos.**, Electuarium antigonorrhoeicum. 100 Th. *Balsamum Copaivae*, 150 Th. *Cubebae pulver.*, 50 Th. *Catechu pulver.* und 3 Th. *Oleum Menthae piper.* werden gemischt.

**Electuarium dentifricium**, Zahnlatwerge. Die Zahnlatwergen werden in der Weise bereitet, dass man ein beliebiges *Zahnpulver* mit so viel als nöthig *Mel depuratum* zur Latwerge mischt; zweckmässig ist ein Zusatz von *Glycerin* (etwa  $\frac{1}{4}$  Th. vom Honig), welcher die Latwerge geschmeidig erhält. Wird die Zahnlatwerge sauer gewünscht, so ersetzt man den vierten Theil des Zahnpulvers durch höchst fein gepulverten *Weinstein*, soll sie aber alkalisch sein, durch *Natriumbicarbonat*.

**Electuarium Diascordium**, Diascordion, ist eine jetzt wohl kaum mehr gebräuchliche, dem Theriak ähnliche Composition (nach der Originalvorschrift *Herba Scordii* enthaltend, daher der Name) und kann im Handverkaufe durch diesen oder das *Electuarium aromaticum* ersetzt werden.

**Electuarium Diatesseron**, Diatesseronlatwerge. — S. Diatesseron, Bd. III, pag. 470.

**Electuarium lenitivum**, Electuarium aperiens, Electuarium eecopropticum (Elect. lenitivum Ph. Germ., s. *Electuarium e Senna*). In alle Pharmakopöen aufgenommen, jede gibt aber eine andere Vorschrift. Nach Ph. Austr. werden 300 Th. *Pulpa Tamarindorum*, 100 Th. *Roob Sambuci*, 50 Th. *Folia Sennae pulver.* und 50 Th. *Tartarus depur. pulver.* mit so viel als nöthig *Mel depur.* unter gelindem Erwärmen im Dampfbade gemischt. — E. I. Londinense. Unter



diesem Namen war in der alten Ph. Saxon. eine Latwerge officinell, die jetzt noch in Mittelddeutschland ein beliebter Handverkaufsartikel ist: In 60 Th. eines concentrirten *Decoctum Caricae* (1:4) werden 100 Th. *Saccharum* gelöst und dieser Flüssigkeit je 20 Th. *Pulpa Cassiae*, *Pulpa Prunorum* und *Pulpa Tamarindorum*, 10 Th. *Fructus Coriandri pulv.*,  $2\frac{1}{2}$  Th. *Radix Liquiritiae pulv.* und 20 Th. *Folia Sennae pulv.* hinzugemischt. — **E. I. Winther** besteht aus je 4 Th. *Manna*, *Pulpa Cassiae* und *Pulpa Tamarindorum*, 3 Th. *Tartarus depuratus pulv.*, 3 Th. *Folia Sennae pulv.* und 20 Th. *Syrupus Succı Citri*. Diese Latwerge nimmt sich sehr angenehm.

**Electuarium e Senna**, Electuarium lenitivum Ph. Germ. 10 Th. *Folia Sennae pulver.* werden mit 40 Th. *Syrupus simplex* und 50 Th. *Pulpa Tamarindorum* unter Erwärmen auf dem Dampfbade gemischt.

**Electuarium Theriaca**, Theriak, im Volksmunde „Dryakel“. Die nachstehenden Notizen zur Geschichte des Theriak, dieses bis in unser Jahrhundert hinein hoch angesehenen Arzneimittels, sind dem sehr interessanten Buche von PETERS „Aus pharmaceutischer Vorzeit in Wort und Bild“ entnommen: „Die wichtigste Rolle unter den Arzneimitteln spielten im Mittelalter zwei Latwergen, der Mithridat und Theriak. Beide waren ursprünglich nur als Gegengifte berühmt, bekamen später jedoch bedeutenden Ruf als Arzneien gegen alle ansteckenden Krankheiten. Die erstgenannte Latwerge war eine Mischung, welche Mithridates Eupator, König von Pontus, erfunden hatte. Bekanntlich hatte derselbe eine grosse Furcht vor Vergiftung, beschäftigte sich daher viel mit Toxikologie und stellte an Verbrechern und an sich selbst allerlei Versuche mit den verschiedensten Giften an und nahm täglich eine Portion Gift und Gegengift zu sich. Hierdurch gewöhnte sich seine Natur so sehr an die Gifte, dass das Gift, welches er stets bei sich trug und welches er, als er durch Pompejus völlig geschlagen war, einnahm, nicht wirkte und er sich daher, um seinem Sieger nicht lebend in die Hände zu fallen, von einem seiner Soldaten tödten liess. Unter den hinterlassenen Papieren des besiegten Königs fand Pompejus neben anderen medicinischen Abhandlungen auch die Vorschrift zu der damals schon berühmten Latwerge. Er liess diese in die Sprache der Römer übersetzen und nützte dadurch, wie PLINIUS schreibt, der Gesellschaft nicht weniger als dem Staate durch seinen Sieg. Ursprünglich war das Recept zum Mithridat nicht sehr zusammengesetzt, dasselbe wurde später jedoch von DAMOKRATES, einem Leibarzte des Kaisers Nero, abgeändert, und diese Vorschrift, welche 55 Bestandtheile enthält, ist von VALERIUS CORDUS in das Nürnberger Dispensatorium (vom Jahre 1546) aufgenommen.

„Auch ANDROMACHUS, ein anderer Leibarzt des Nero, unterzog die Vorschrift des Mithridat einer Verbesserung und vermehrte die Anzahl der Mischtheile desselben noch bedeutend. Als Hauptsache fügte er Schlangenfleisch hinzu und gab angeblich nach der Schlange — Tyrus — seiner Latwerge den Namen Tyriak oder Theriak (richtiger dürfte die Ableitung von  $\theta\acute{\upsilon}\rho$  [wildes Thier], das heisst ein Mittel gegen giftige Thiere, sein), welchen er mit einem Gedichte, das die sämmtlichen Bestandtheile aufzählt, dem Kaiser widmet. Der Theriak des ANDROMACHUS ging in alle Dispensatorien über. Selbst in der Ph. Germ. I. war er noch zu finden; allerdings waren seine 64 Bestandtheile, mit welchen er in dem Dispensatorium des CORDUS noch stolz auftrat, auf 12 zusammengeschrumpft.

„Neben dem Ruf, welchen der Theriak sich schon bei den Römern erworben hatte, übernahm es auch die christliche Mythe, das Ansehen desselben noch zu erhöhen und es spielte in Folge dessen die alte berühmte Latwerge des ANDROMACHUS bis in unser Jahrhundert hinein eine sehr wichtige Rolle in der Medicin. Die Anfertigung des Theriaks war in früheren Zeiten eine feierliche Staats-handlung; alle für den Theriak bestimmten Ingredientien mussten wochenlang vorher in unzerkleinertem Zustande öffentlich ausgestellt werden. Besonderer Berühmtheit erfreute sich der venetianische Theriak, nächst dem der in Nürnberg

bereitete. Die letzte feierliche öffentliche Anfertigung von „Theriaca Coelestis, das ist der wegen seiner göttlichen Tugenden also gerühmte himmlische Theriak“, geschah in Nürnberg im Jahre 1754 in der Kugelapotheke.“

Zur Zeit befinden sich Vorschriften zu Theriak noch in vielen Pharmakopöen, die Präparate der Ph. Gall. und Ph. Hisp. bestehen sogar noch aus 56, beziehungsweise 74 Ingredientien. Die Ph. Austr. hat den Theriak durch *Electuarium aromaticum eum Opio* (s. d.) ersetzt, die Ph. Germ. II. aber hat denselben nicht wieder aufgenommen. Die Vorschrift der Ph. Germ. I. lautet: 6 Th. *Radix Angelicae*, 4 Th. *Rad. Serpentariae*, je 2 Th. *Rad. Valerianae*, *Bulbi Scillae*, *Rhizoma Zedoariae* und *Cortex Cinnamomi*, je 1 Th. *Fructus Cardamomi*, *Myrrha* und *Ferrum sulfuricum*, sämtliche Artikel fein gepulvert, werden mit 72 Th. *Mel depuratum* gemischt und zuletzt 1 Th. *Opium pulcer.*, welches vorher einen Tag lang mit 3 Th. *Xereswein* macerirt wurde, hinzugegeben. Der nach dieser Vorschrift bereitete Theriak enthält in 100 Theilen 1 Th. Opium. In dem für den Handverkauf bestimmten Präparat — und Theriak ist ja fast ausschliesslich Handverkaufsartikel geworden — pflegt man das Opium ganz wegzulassen.

G. Hofmann.

**Elektricität** nennt man die Ursache eines eigenthümlichen Zustandes der Körper, in welchem sie insbesondere die Fähigkeit besitzen, leichte Körper anziehen und nach der Berührung wieder abzustossen. Der Name rührt von der griechischen Bezeichnung des Bernsteins (*ἤλεκτρον*) her, an dem man diese Eigenschaft schon im Alterthume wahrgenommen hatte. In viel höherem Grade als an Bernstein bemerkt man sie an einer Glasröhre, nachdem dieselbe der Länge nach mit einem Lederfleck gerieben wurde, an dessen befetteter Oberfläche KIENMAYER'sches Amalgam (2 Th. Quecksilber, 1 Th. Zinn, 1 Th. Zink) haftet. Alle Körper können durch Reibung in diesen Zustand, den sogenannten elektrischen, versetzt werden, wenn dies auch bei manchen nur durch Anwendung gewisser, später zu erörternder Massregeln gelingt. Die Reibung wird als Elektricitätsquelle bei Elektrisirmaschinen (s. d.) benützt.

Ein elektrischer Körper kann durch Berührung seinen Zustand auf einen anderen, nicht elektrischen, übertragen. Manche Stoffe, wie Glimmer, Kalk, Schwefel, trockene Gase, Harze, Kautschuk, Seide, fette Oele, nehmen dabei den elektrischen Zustand sehr langsam und nur an der Berührungsstelle an, verlieren ihn aber auch nicht, wenn irgend eine ableitende Ursache an einem anderen als dem Berührungspunkte einwirkt. Man nennt solche Substanzen *Dielektrica* oder auch schlechte Leiter der Elektricität im Gegensatze zu den guten, die wie Metalle, Kohle, Säuren, Salzlösungen und der thierische Körper die Elektricität leicht annehmen und über ihre ganze Oberfläche verbreiten, dieselbe aber verlieren, wenn an irgend einem Punkt der Oberfläche eine Ableitung stattfindet. Soll ein guter Leiter seinen elektrischen Zustand behalten oder durch Reibung in denselben versetzt werden, so muss er allseitig von schlechten Leitern umgeben, isolirt sein, weshalb man für schlechte Leiter auch den Ausdruck *Isolatoren* gebraucht. Zwischen guten und schlechten Leitern lässt sich keine scharfe Grenze ziehen, indem Körper von allen möglichen Stufen der Leitungsfähigkeit für Elektricität vorkommen.

Es gibt zwei Arten des elektrischen Zustandes, bei deren Zusammentreffen eine Verminderung oder gänzliche Vernichtung der elektrischen Wirkung eintritt. Glas mit Amalgam gerieben nimmt den einen, Harz mit Pelzwerk gerieben den anderen Zustand an. Da sich beide Elektricitätsarten in ihrer Wirkung beeinträchtigen, also in einem Gegensatze stehen, bezeichnet man die eine, und zwar nach allgemeiner Annahme die Elektricität des mit Amalgam geriebenen Glases, als positiv und folgerichtig die andere als negativ (+ E, — E).

Gleichartig elektrische Körper stossen sich ab, ungleichartig elektrische ziehen sich an, in beiden Fällen mit einer Kraft, die dem Product der wirkenden elektrischen Mengen proportional, dem Quadrate ihrer Entfernung umgekehrt

proportional ist, wobei man sich die Menge des Wirkenden je in einem Punkte vereinigt denkt. Die Anziehungs- und Abstossungserscheinungen dienen als sicherstes Kennzeichen für den elektrischen Zustand eines Körpers. Man verwendet sie daher auch in den zu solchen Prüfungen dienenden Apparaten, den Elektroskopen und Elektrometern (s. d.). Aus der Abstossung der gleichnamigen Elektricitäten erklärt sich auch die Erscheinung, dass leichte, ursprünglich unelektrische Körper nach der Anziehung durch einen elektrischen wieder abgestossen werden, da in Folge der Berührung ein Theil der Elektricität auf den angezogenen Körper übergegangen ist.

Ein elektrischer Körper A kann schon durch Einwirkung aus der Ferne einen gut leitenden, unelektrischen, isolirten Körper B elektrisiren, wobei die dem Körper A zugewendete Seite von B ungleichnamige, die abgewendete gleichnamige Elektricität zeigt. Entfernt man den elektrischen Körper, so tritt in dem von ihm beeinflussten wieder der unelektrische Zustand ein. Berührt man aber den Körper B, während er noch unter dem Einflusse von A steht, so zeigt sich B nach der Entfernung von A ungleichnamig elektrisch in Bezug auf A. Es könnte also durch die Berührung nur die gleichnamige, nicht aber die ungleichnamige Elektricität abgeleitet werden und man sagt deshalb, es sei die letztere von der in A befindlichen gebunden worden. Ist A in die Ferne gerückt, dann wird auch diese auf B gebundene Elektricität wieder frei, d. h. ableitbar. In Bezug auf Fernwirkung unterscheiden sich gebundene und freie Elektricität nicht. Die gleichzeitige Entwicklung beider Elektricitäten in einem unelektrischen Körper durch Fernwirkung eines elektrischen nennt man Elektrisirung durch Vertheilung oder durch Influenz. Wie in diesem, so treten in jedem anderen Falle von Elektricitäts-erregung beide Arten von Elektricität und in gleicher Menge auf. Bei der Reibung z. B. erlangt immer der reibende Körper die eine, der geriebene die andere Art von Elektricität. In der Elektrisirung durch Vertheilung findet auch die Anziehung unelektrischer Körper durch elektrische ihre Erklärung, indem die dem elektrischen Körper näherliegende Seite ungleichnamig elektrisch und daher angezogen wird, während die gleichnamige Elektricität der abgekehrten Seite sich durch Ableitung entfernt.

Was den Sitz des elektrischen Zustandes anbelangt, so wurde experimentell festgestellt, dass dieser nur an der Oberfläche, nicht im Innern leitender Körper liegt. Hierbei ordnet sich die Elektricität so an der Oberfläche an, dass sie auf keinen Punkt im Innern eine vertheilende Wirkung ausübt. Man bezeichnet als Dichte der Elektricität in einem bestimmten Punkt der Leiteroberfläche das Verhältniss der Elektricitätsmenge auf einem sehr kleinen Flächenstückchen in dem betrachteten Punkte zum Flächeninhalt dieses Stückchens. Auf der Oberfläche einer elektrisirten Kugel ist die Dichte in allen Punkten gleich, bei ungleichmässig gekrümmten Körpern aber an den stärker gekrümmten Stellen grösser als den weniger gekrümmten. An sehr stark gekrümmten Stellen, wie Spitzen, Ecken, Kanten, kann auch die Dichte ausserordentlich gross werden. In Folge der Abstossung gleichartiger Elektricitäten haben dieselben das Bestreben, sich von der Oberfläche der Körper zu entfernen, woran sie nur durch den umgebenden Isolator gehindert werden. Man nennt dieses Bestreben elektrische Spannung und nimmt als Maass für dieselbe die Kraft an, mit welcher sich jene Menge, die als Einheit zur Messung von Elektricitätsmengen angenommen wurde, von dem betrachteten Punkte der Oberfläche zu entfernen sucht. Spannung und Dichte stehen in engem Zusammenhange. Steigt in allen Punkten der Oberfläche eines Leiters die Dichte der Elektricität auf das 2-, 3-, 4fache, so steigt gleichzeitig die Spannung auf das 4-, 9-, 16fache des ursprünglichen Betrages. Ausserordentlich gross ist nach dem früher Gesagten die Spannung an Spitzen. Da nun jeder Isolator überhaupt nur bis zu einem gewissen Grad der Spannung isolirt, so vermag kein Isolator die Entfernung der Elektricität aus Spitzen und Kanten zu verhindern. Auch ist ein mit Spitzen versehener Körper nicht im Stande,

Elektricität von merkbarer Spannung aufzunehmen. Aber selbst ein allseitig gut abgerundeter, isolirter, elektrischer Körper verliert nach einiger Zeit seinen elektrischen Zustand, welche Erscheinung man als Zerstreung der Elektricität bezeichnet. Sie tritt insbesondere bei Körpern, die mit Luft in Berührung stehen, ein. Man nahm früher an, dass die Lufttheilchen als leichte Körperchen angezogen und dann wieder abgestossen würden, wobei sie einen Theil der Elektricität des Körpers fortführen. Gegenwärtig lässt sich aus einschlägigen Experimenten der Schluss ziehen, dass die stets in der Luft vorhandenen Staub- und Wassertheilchen die Ursache der Elektricitätszerstreuung abgeben.

Stehen sich zwei ungleichartig elektrische Körper gegenüber, und ist die Spannung auf beiden grösser als der zwischen ihnen liegende Isolator zu ertragen vermag, so erfolgt durch den Isolator hindurch ein Ausgleich der Elektricität in Gestalt eines *Funkens*, der von grösserem oder geringerem Geräusch begleitet ist. Erfolgt der Ausgleich entgegengesetzter Elektricitäten nicht durch einen Isolator, sondern in einem guten Leiter, so kommt ein elektrischer Strom zu Stande (s. *Galvanismus*).

Mittel zur Elektricitätserrregung sind: Mechanische Einwirkung wie Reibung, Druck (insbesondere bei Krystallen), Spaltung, ferner Berührung (s. *Galvanismus*), Induction (s. d.), Wärme (s. *Thermoelektricität*), chemische Action und der Lebensprocess (s. *Galvanismus*).

Ueber das Wesen der Elektricität ist man noch vollständig im Dunkel. Zur Erklärung der elektrischen Fundamentalererscheinungen stellte SYMMER (1759) die sogenannte dualistische Hypothese auf, vermöge welcher in allen Körpern zwei unwägbar feine Stoffe, die positiv und negativ elektrische Materie, vorhanden und mit den oben erwähnten anziehenden und abstossenden Kräften begabt sind. In unelektrischen Körpern finden sich beide in gleicher Menge vor, und sie können sich in allen Körpern mit grösserer oder geringerer Leichtigkeit bewegen. Nach der von FRANKLIN (1747) aufgestellten unitarischen Hypothese gibt es blos eine Elektricitätsmaterie, deren Theilchen sich gegenseitig abstossen, aber von den Theilchen wägbarer Stoffe angezogen werden. Im unelektrischen Zustand enthalten die Körper eine bestimmte Menge dieses Stoffes. Eine Vermehrung derselben macht den Körper positiv, eine Verminderung negativ elektrisch. Gegenwärtig sind beide Ansichten in den Hintergrund getreten und man nimmt allgemein an, dass ebenso wie Licht und Wärme auch die Elektricität ein Bewegungszustand ist, obwohl sich weder über die Art der dabei vorkommenden Bewegung, noch über den Träger derselben etwas Bestimmtes aussprechen lässt. Pitsch.

**Elektrisches Licht.** Die freie positive oder negative Elektricität breitet sich strömend auf alle Körper aus, welche dieselbe zu leiten vermögen. Diese Leitungsfähigkeit ist für die verschiedenen Stoffe eine sehr ungleiche. Sobald die Grenze derselben durch zu grosse Intensität des Stromes überschritten wird, so setzt sich der nicht mehr geleitete Theil der Elektricität in Wärme um und, wenn die Schwingungen der letzteren die nöthige Geschwindigkeit erlangt haben, in Licht. Nicht nur der Stoff, sondern auch die Gestalt eines leitenden Körpers sind hierfür maassgebend, indem die Leitungsfähigkeit proportional dem Querschnitte des Leiters zu- und abnimmt. Es werden daher auch Körper aus gut leitender Substanz, aber von geringem Querschnitte, z. B. ein dünner Platindraht, durch einen entsprechend starken Strom zum Glühen und Leuchten gebracht. Hiervon wird in der Chirurgie bei der Galvanokaustik und zur Beleuchtung innerer Körpertheile Anwendung gemacht.

Zum Zwecke der Beleuchtung dienen besser schlechtere Leiter, z. B. die Kohle, welche, durch den Strom weissglühend gemacht, das in der Industrie und in der Wissenschaft so vielseitig verwendete elektrische Licht ausstrahlt. Man unterscheidet das Bogenlicht und das Glühlicht. Das erstere, von blendendem Glanze und bläulich weisser Farbe, vermag grosse Räume tageshell zu erleuchten,

wirft  
Punk  
licht  
spitze  
Der  
Atmo  
aus s  
brenn  
einan  
bogen  
ist da  
erhalt  
Diese  
mech  
liche  
Gesta  
brauc  
welch  
dynam  
Wasse  
mulat  
elektr  
mitzus  
fahren  
(s. Bd  
Strom  
das le  
seiner  
Bogen  
Da  
das E  
Kohle  
kugel,  
fungir  
und is  
Erfolg  
ausgeh  
auf na  
an Int  
Vorzug  
fast g  
mit cr  
gefahr  
selbst  
theure  
gases  
Das  
und se  
übt da  
und w  
ist in  
process  
\*) U  
strömte  
Stellung

wirft aber dunkle und scharf begrenzte Schatten, da die Strahlen von einem Punkte ausgehen und nicht wie das in der ganzen Atmosphäre zerstreute Sonnenlicht von allen Seiten wirken. Es entsteht durch das Weissglühen der Kohlenspitzen bei der Herstellung des elektrischen Flammenbogens zwischen denselben. Der letztere, aus einer ununterbrochenen Reihe gerader und curvenförmiger, die Atmosphäre durchbrechender Funken bestehend, leuchtet schwach dagegen. Die aus schwer verbrennlicher graphitartiger Gaskohle bestehenden Kohlenspitzen verbrennen dennoch bei dieser hohen Temperatur und entfernen sich dadurch von einander. Dadurch wird der Widerstand für den Strom grösser, der Flammenbogen schwächer, erlischt endlich und mit ihm das Glühen der Kohlenspitzen. Es ist daher wesentlich, um eine ununterbrochene gleichmässige Lichtausstrahlung zu erhalten, dass die Kohlenspitzen stets in gleicher Entfernung von einander bleiben. Dieses ist auf verschiedene Weise durch zum Theil complicirte und sinnreiche mechanische Vorrichtungen versucht und erreicht worden, indem die eine bewegliche Kohle entweder durch Gewichtsbelastung oder durch ein Uhrwerk oder in Gestalt eines Solenoids\*) der anderen fest stehenden Kohle im Maasse des Verbrauches genähert wird. Das Bogenlicht erfordert einen sehr starken Strom, welcher entweder durch zahlreiche galvanische Elemente oder durch elektrodynamische Maschinen gewonnen wird, deren Rotation ein besonderer Motor durch Wasserdruck, Dampf oder andere mechanische Kraft besorgt. Auch die in Accumulatoren als Reservevorrath aufgespeicherte Elektrizität, um zeitweise die elektromotorischen Maschinen zu ersetzen oder, um die Last der letzteren nicht mitzuschleppen, dient als elektrische Lichtquelle, z. B. den geräuschlos unherfahrenden Schraubenbooten der Londoner Hafenpolizei. Die Accumulatoren (s. Bd. I, pag. 49) bestehen aus Metallplatten, welche durch einen elektrischen Strom oberflächlich in Superoxyd verwandelt sind. Mit verdünnten Säuren wird das letztere reducirt und entwickelt dabei dieselbe Elektrizitätsmenge, welche zu seiner Erzeugung nöthig war. Für den Privatgebrauch zu blendend, dient das Bogenlicht zur Erleuchtung grosser Räume und Plätze.

Das hell, aber mild und gleichmässig leuchtende Glühlicht entsteht durch das Erglühen eines geschlossenen Bogens aus feinem Platindrahte mit plastischer Kohlenmasse überzogen innerhalb einer möglichst evacuirten, geschlossenen Glas- kugel, in welcher die Kohle nur sehr langsam verbrennt und deshalb lange fungiren kann. Dasselbe erfordert keinen so starken Strom wie das Bogenlicht und ist zur Beleuchtung von Wohnräumen in beliebiger Anzahl erst dann mit Erfolg nutzbar gemacht worden, seitdem es gelungen ist, die von Centralstellen ausgehenden, starken Ströme von der Hauptleitung aus in beliebige Nebenleitungen auf nahe und weite Entfernungen gleichmässig zu vertheilen. Das Glühlicht kann an Intensität mit allen anderen Beleuchtungsarten concurriren und hat den grossen Vorzug, viel weniger Wärme auszustrahlen und, da die Verbrennung bei demselben fast gleich 0 ist, weder den Sauerstoff der Luft zu verzehren, noch die letztere mit erhitzten und irrespirablen Gasen zu verunreinigen. Auch ist eine Feuer- gefahr fast ausgeschlossen. Die Rentabilität beider elektrischer Beleuchtungsarten selbst für kleine Städte bei allgemeiner Betheilung hat sich längst bewährt. Der theurere Betrieb der Erzeugung des Stromes gegenüber der Gewinnung des Leucht- gases wird durch die billigeren Leitungen der ersteren mehr als aufgewogen.

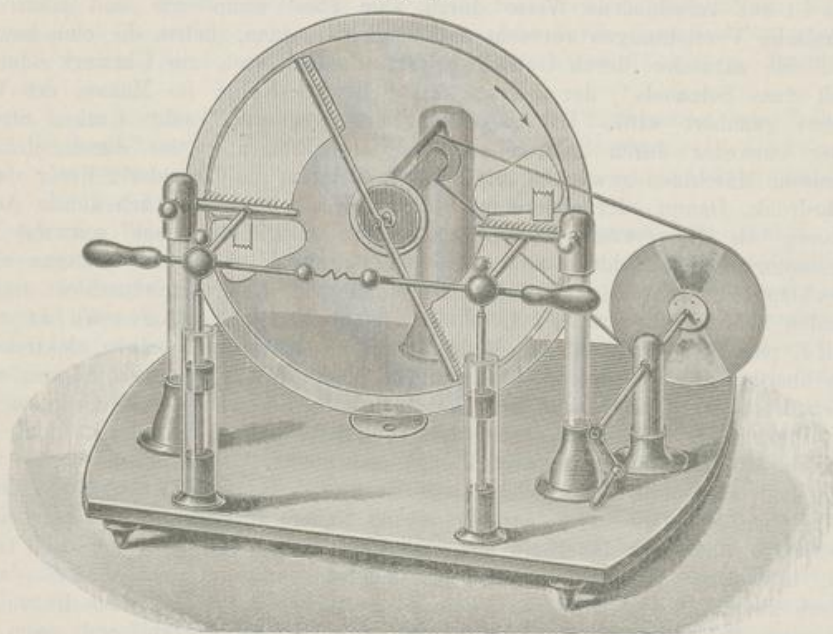
Das elektrische Bogenlicht enthält weit mehr und intensivere blaue, violette und selbst ultraviolette Strahlen als alle anderen künstlichen Lichtquellen. Es übt daher eine ähnliche kräftige chemische Wirkung aus wie das Sonnenlicht und wird mit Erfolg als Ersatz desselben in der Photographie verwerthet. Auch ist in Gewächshäusern beobachtet worden, dass unter seinem Einflusse die Lebens- prozesse der Respiration und des Wachsthums der Pflanzen in ähnlicher Weise

\*) Unter Solenoid versteht man einen losen Eisenkern, welchen eine von Elektrizität durchströmte Drahtspirale durch Elektromagnetismus um so tiefer in sich hineinzieht und in dieser Stellung schwebend erhält, je stärker der Strom wird.

wie im Sonnenlichte fungiren. Andererseits wirkt es bleichend, es soll angeblich den Teint verderben, jedenfalls wohl den Farbstoff der Schminke. Gänge.

**Elektrisirmaschine** ist ein Apparat zur Erzeugung statischer Elektricität. Die erste, von OTTO QUERIKE construirte Elektrisirmaschine bestand nur aus einer Schwefelkugel, die an einer rotirenden Axe steckte und durch Anlegen der trockenen Hand gerieben wurde, ein Process, durch welchen in dem geriebenen Körper die eine, in dem reibenden die andere Elektricitätsart hervorgerufen wird. Allmählig kamen zu dem Apparat neue Theile hinzu und wurden die alten verbessert, bis sich die jetzt gebräuchlichen Typen desselben herausgebildet hatten. Die verbreitetste derselben ist die Scheibenmaschine.

Fig. 104.



Bei jener Form derselben, wie sie durch WINTER in Gebrauch kam, sitzt eine Glasscheibe an einer gläsernen Curbelaxe, deren Träger auf einem massiven Brett aufruhet. Auf dasselbe Brett stützt sich auch der aus einer Glassäule bestehende Träger des sogenannten Reibzeuges. Dieser Theil der Maschine besteht aus zwei Reibkissen, nämlich zwei mit Flanell und Leder überzogenen Holzstücken, welche mit wasserfreiem Fett und KIENMAYER'schem Amalgam (1 Th. Zinn, 1 Th. Zink und 2 Th. Quecksilber) eingerieben sind und durch Federn schwach gegen die Scheibe gepresst werden, so dass sich letztere bei ihrer Umdrehung stark an ihnen reibt. Die durch den Reibungsprocess auf der Scheibe erzeugte positive Elektricitätsmenge wird dann auf den Conductor der Maschine übertragen. Dieser ist ein kugel- oder cylinderförmiger guter Leiter, der ebenfalls mit einem Glasfuss auf dem Unterbrett der Maschine aufruhet. Zur Uebertragung der Elektricität von der Scheibe auf diesen Conductor sind an ihm, um den vierten Theil der Scheibenperipherie vom Reibzeug entfernt, zwei kleine Kreisringe angebracht, die an jener Seite, welche sie der zwischen ihnen durchgehenden Scheibe zuwenden, mit einer grösseren Anzahl kleiner Metallspitzen, den sogenannten Saugern, besetzt sind. Geht nämlich die positiv elektrische Scheibe an diesen Spitzen vorüber, so wird durch Influenz in ihnen die positive und negative Elektricität getrennt. Die negative Elektricität wird gegen die Spitzen gezogen, wo sie

auf die gegenüber liegende Stelle der Scheibe ausströmt und die Elektrizität derselben neutralisirt, während die durch Influenz geweckte positive Elektrizität von den Spitzen weg in den Conductor getrieben wird und sich hier ansammelt. Da immer neue elektrisirte Stellen der Scheibe zwischen die Sauger gelangen, so steigt die Ladung des Conductors so lange, bis die während einer bestimmten Zeit ihm zugeführte Elektrizitätsmenge gerade hinreicht, um den Verlust an Elektrizität, welchen er in derselben Zeit durch Abgabe an die umgebende Luft erleidet und der mit der Zunahme der Ladung gleichfalls wächst, zu ersetzen. Damit auf dem Wege vom Reibzeug zum Conductor die erzeugte Elektrizitätsmenge möglichst wenig durch Mittheilung an die Luft vermindert wird, tragen die Reibkissen zwei Flügel von Wachstaffet, die sich an die Glasscheibe anlegen und bis nahe an den Conductor heranreichen. Da beim Reiben stets beide Arten von Elektrizität erzeugt werden, so läßt sich das Reibzeug, welches die Scheibe positiv elektrisch macht, selbst negativ und seine Ladung würde das Bestreben zeigen, sich mit jener des Conductors auszugleichen. Um dies zu verhindern, leitet man die negative Elektrizität durch Verbindung der Reibkissen mit der Erde ab, oder sammelt sie eventuell auf einem eigenen ebenfalls isolirten Conductor an, der möglichst weit vom positiven entfernt liegt.

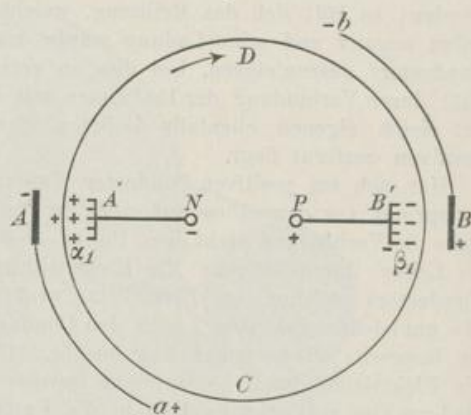
Hat sich am positiven Conductor eine grössere Elektrizitätsmenge angesammelt, so springt aus demselben auf einen in die Nähe gebrachten Leiter, der mit der Erde in Verbindung steht, ein Funke über. Bei der Annäherung wurden nämlich im Leiter durch Influenz die Elektrizitäten getrennt, die zu der Ladung des Conductors gleichnamige Elektrizität wird abgestossen und in die Erde getrieben, die ungleichnamige aber gegen den Conductor hingezogen, auf dessen Elektrizität sie ihrerseits wieder einen Zug ausübt. Da von den gut leitenden Körpern aus die Elektrizität auch bis auf eine gewisse Distanz in das isolirende, umgebende Medium (im vorliegenden Fall in die Luft) eindringen, also gleichsam eine elektrische Atmosphäre um den Leiter bilden, die um so weiter reicht, je dichter die Elektrizität sich angesammelt, so können bei der Annäherung des Leiters an den Conductor der Maschine die Atmosphären beider Körper einander berühren, so dass ein Ausgleich der ungleichnamigen Elektrizitäten in einem Funken erfolgt. Die grösste Distanz, bis auf welche in der angegebenen Weise ein Funke überspringen kann, bezeichnet man als Schlagweite der Maschine. Um diese Distanz zu vergrössern, versieht man den Conductor an jener Stelle, an welcher man Funken aus ihm ziehen will, mit einem Knöpfchen, da die Dichte der Elektrizität, von welcher hauptsächlich die Schlagweite abhängt, an stark gekrümmten Stellen grösser als an weniger gekrümmten ist. WINTER setzt bei seinen Maschinen auf den Conductor noch einen grossen Holzring, wodurch ebenfalls die Schlagweite derselben nicht unbeträchtlich erhöht wird. Die Schlagweite hängt übrigens bei ein und derselben Maschine sehr bedeutend von den äusseren Verhältnissen ab und ist z. B. an feuchten Tagen, oder wenn die Glasteile der Maschine vor dem Versuch nicht sorgfältig mit warmer Wolle abgerieben wurden, um die Feuchtigkeit oder die leitenden Staubtheilchen von denselben zu entfernen, bedeutend geringer als sonst.

Auf ein vollständig anderes Princip der Elektrizitätserregung ist die von HOLTZ construirte Influenzmaschine basirt. An derselben findet sich eine fixe, gut gefirnissste Glasscheibe (s. Fig. 104), an welcher sich, horizontal einander gegenüberliegend, zwei ovale Ausschnitte befinden. Von diesen gehen auf der Hinterseite der Scheibe zwei breite, dem Scheibenrand parallel laufende Papierbelegungen aus, die je ein Sechstel des Umfanges einnehmen und mit Spitzen in Verbindung stehen. Letztere ragen in die Ausschnitte hinein und kehren sich gegen eine zweite Scheibe, die der ersten gegenüber steht. Diese zweite Scheibe sitzt drehbar an einer isolirenden Axe, welche durch einen Durchlass im Mittelpunkt der fixen Scheibe hindurchgeht und von einem am Fussbrett der Maschine stehenden Träger gehalten wird. Den Papierbelegungen stehen die mit Saugkämmen versehenen Conductoren auf isolirenden Ebonit- oder Glassäulen gegenüber. Letztere tragen

auch die Funkenzieher, zwei gestielte Kugeln an isolirenden Handgriffen, an denen man sie zusammen- und auseinanderschieben kann. Den Enden der Papierbelegungen stehen ferner zwei durch einen geraden Metallstab verbundene Saugkämme, die sogenannten überzähligen Conductoren, gegenüber. Am Fussbrett der Maschine befindet sich dann noch die zur Drehung der beweglichen Scheibe nothwendige Rotationsvorrichtung.

Die Wirkung einer solchen Maschine lässt sich am besten veranschaulichen, wenn man nach dem Vorgange von BERTIN an Stelle der beweglichen Scheibe sich einen rotirenden Cylinder denkt, wie ihn Fig. 105 im Durchschnitt schematisch darstellt. Ihm gegenüber liegen die Papierbelegungen  $A$  und  $B$ , welche in die Spitzen  $a$  und  $b$  auslaufen.  $A' B'$  und  $N P$  stellen dann die Saugkämme und Funkenzieher vor. Wird nun die Belegung  $A$  negativ elektrisch geladen, z. B. durch Anlegen eines geriebenen Ebonitplättchens, so wird der gegenüberliegende Theil der Scheibe durch Influenz dielektrisch polarisirt, das heisst, der gegen  $A$  gewendete Theil jedes Moleküls wird positiv, der gegen den Saugkamm gerichtete negativ elektrisch. Gleichzeitig scheidet aber die negative Elektrizität in  $A$  auch die Elektricitäten im Saugkamm, zieht die positive gegen sich, so dass sie durch die Spitzen des Saugkammes auf die zugewendete Fläche der gegenüberliegenden Scheibe ausströmt, während die negative gegen  $N$  und weiters über  $P$  und  $B'$  auf das Stück  $\beta_1$  der Scheibe fliesst, wenn die Funkenzieher  $N$  und  $P$ , wie immer beim Beginn eines Versuches, in Contact stehen. Die auf  $\beta_1$  befindliche negative Elektrizität wirkt nun einerseits wieder polarisirend auf die Moleküle der Scheibe, so dass dieselben ihre positiv geladene Seite dem Sauger, ihre negative der Belegung  $B$  zukehren, anderseits aber durch Influenz auf die Belegung  $B$ , so dass sich positive Elektrizität in ihr sammelt, die negative gegen die Spitze  $b$  getrieben wird. Kommt nun bei der Rotation der Scheibe in der angezeichneten Richtung der positiv elektrische Theil  $\alpha_1$  in die Nähe der letztgenannten Spitze, so wirkt er durch Influenz auf dieselbe ein. Die negative Elektrizität strömt aus der Spitze auf die Scheibe über, während die durch die neue Influenz entstandene positive, welche gegen  $B$  getrieben wird, die Ladung dieses Theiles verstärkt. Bei der weiteren Drehung kommt die noch immer positiv geladene Partie der Scheibe an  $B'$  und wirkt hier in derselben Weise wie die vermehrte positive Elektrizität der Belegung  $B$  auf den Sauger durch Influenz ein, das heisst, es muss negative Elektrizität aus den Spitzen des Saugkammes strömen und den gegenüberliegenden Theil der Scheibe negativ elektrisch machen, während die positive in die Kugel  $P$  gelangt und in analoger Weise auf die Belegung  $A$  einwirkt, wie früher die von der Kugel  $N$  kommende negative auf die Belegung  $B$ . Sobald der bei  $\beta_1$  negativ elektrisch gewordene Theil der Scheibe unter die Spitze  $a$  gelangt, strömt durch Influenzwirkung auf die Spitze aus dieser positive Elektrizität auf die eine Seite der Scheibe und negative gegen  $A$ , dessen Ladung hierdurch verstärkt wird. Die noch immer negativ geladene andere Seite der Scheibe kommt schliesslich an den Saugkamm und wirkt im gleichen Sinne wie die Belegung  $A$  auf ihn ein. Nachdem dann durch die aus der Spitze strömende Elektrizität diese Scheibenseite wieder positiv geworden, wiederholt sich das angegebene Spiel von Neuem. Die hierdurch stets vermehrte Ladung in  $N$  und  $P$  wird schliesslich Funken produciren

Fig. 105.





können, wenn die Kugeln in einigen Abstand von einander geschoben werden. Verbindet man jeden der Conductoren mit der Innenbelegung einer Leydenerflasche, deren äussere Belegungen in leitender Verbindung stehen, so gewinnen die Funken an Länge und gehen unverzweigt mit grossem Geknatter zwischen den Elektroden über. Bei einer Construction von STÖHRER, wie sie der Fig. 104 zu Grunde liegt, stützen sich die Conductoren auf Glasröhren, welche bis an den Boden der als Träger dienenden Leydenerflaschen hinunterreichen. Letztere werden eingeschaltet, indem man durch die Conductorokugeln oben mit Metallknöpfen versehene Metalldrähte steckt, welche durch die Glasröhren bis zum Boden der Leydenerflaschen gehen. Beim Gebrauch der Maschine kommt es zuweilen vor, dass sie eine kurze Zeit den Dienst versagt, dann neuerdings, aber mit vertauschten Polen, zu wirken anfängt. Dieser Uebelstand wird durch die in der Figur ersichtlichen überzähligen Conductoren vermieden. Von der HOLTZ'schen Influenzmaschine existiren zahlreiche Modificationen, die aber im Princip von der beschriebenen Form nur wenig oder gar nicht abweichen.

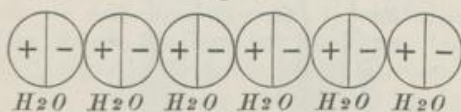
Pitsch.

**Elektrochemische Analyse.** Die Trennung chemischer Verbindungen durch einen elektrischen Strom wird nicht nur in der Industrie mit Vortheil verwendet, z. B. in den Kupferwerken, um aus den gelösten Erzen ein reineres werthvolleres Metall als nach allen anderen Methoden abzusecheiden, sondern dieselbe hat sich auch zu einem selbstständigen Zweige der chemischen Analyse entwickelt, welcher die eigentlichen chemischen Methoden an Genauigkeit mindestens erreicht und an Einfachheit und Schnelligkeit der Ausführung meist übertrifft.

Die Art, wie der zu diesem Zwecke verwendete, in den Batterien erzeugte, elektrische (galvanische) Strom erlangt wird, steht im engsten Zusammenhange mit der von demselben verlangten Arbeitsleistung. Es handelt sich in beiden Fällen um Uebergang einer Form der Energie in eine andere, und zwar um Umsetzung der chemischen Affinität in Elektrizität.

Die verschiedenen Theorien über die Ursache und Wirkung des galvanischen Stromes weichen von einander ab und erklären einzeln nicht ausreichend alle elektrochemischen Vorgänge, die Contacttheorie nach VOLTA am wenigsten,

Fig. 106.



die elektrochemische Theorie nach FARADAY insofern nicht, weil eine chemische Wechselwirkung zwischen den Stoffen nicht die einzige Ursache einer Elektrizitätserregung ist. SCHÖNBEIN nahm daher nicht die chemische Action als die Ursache an, sondern eine Umsetzung der chemischen Affinität der sich berührenden Stoffe, schon ehe dieselbe in actuelle Wechselwirkung getreten war, in Elektrizität. Im Einklange mit den auf Vertheilung (Trennung) oder Bindung (Wiedervereinigung) beruhenden Eigenschaften der positiven und negativen Reibungselektrizität, welche gleichnamig sich abstossen, ungleichnamig sich anziehen, betrachtete GROTHUSEN auch den galvanischen Strom als eine Vertheilung der ungleichnamigen Elektrizitäten auf die heterogenen Atome sämtlicher im Bereiche des Stromes liegenden Moleküle und eine Richtung dieser Atome nach entgegengesetzten Polen, z. B. der Atome des Wassers in der Säure der Batterie nach dem Schema Fig. 106.

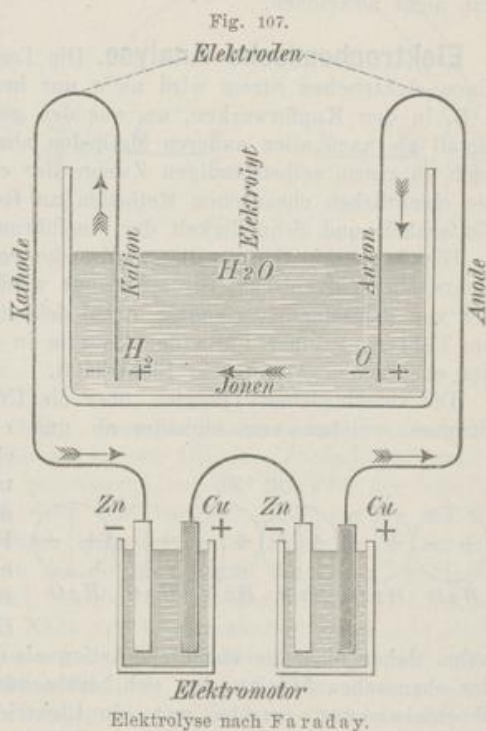
Diese Vertheilung und Richtung erstreckt sich nicht nur auf die Flüssigkeit, sondern auch auf sämtliche in dem Stromkreise enthaltenen Stoffe, bei den einfachen Stoffen also auf gleichartige Atome.

Jedes in eine Säure getauchte Metall zeigt in Folge dessen am eingetauchten Ende positive, am oberen Ende negative Elektrizität. Werden zwei Metalle, z. B. Zink und Kupfer nebeneinander in eine Säure getaucht, ohne sich in derselben zu berühren und oben durch einen leitenden Schliessungsdraht verbunden, so werden sie in Folge ihrer ungleich starken Affinität zu den Bestandtheilen der Säure

ungleich stark elektrisch. Die neuere Bezeichnung dafür lautet: Sie erlangen ein ungleiches elektrisches Potential, deren Differenz gleich der elektromotorischen Kraft der beiden combinirten Elemente ist. Die stärkere positive Elektricität am unteren Zinkende zieht die elektronegativen Sauerstoffatome der Flüssigkeit an, stösst die elektropositiven Wasserstoffatome ab. Die letzteren richten sich gegen das positive untere Kupferende und drehen in Folge ihrer durch das Zink bewirkten, grösseren Intensität die Polarität im Kupfer um, indem sie die negative Elektricität desselben an das untere Ende ziehen, die positive Elektricität nach oben abstossen. Deshalb ist die Vertheilung der Elektricitäten im Kupfer jetzt umgekehrt wie im Zink. Das Kupfer ist ausserhalb der Flüssigkeit der positive, das Zink der negative Pol der Batterie.

In dem geschlossenen Systeme entsteht durch diese Vertheilung, dieses Streben der ungleichen Elektricitäten nach entgegengesetzten Seiten, eine Spannung, eine elektrische Ladung, deren Intensität der chemischen Natur und der Anzahl der an dem Vorgange beteiligten Moleküle, also der Grösse der eingetauchten Oberflächen der Metallplatten, entspricht. In chemisch reinem Wasser würde sich dieser Zustand als einzige Wirkung der Umsetzung der Affinität in Elektricität ungestört erhalten. Bei Gegenwart einer Säure steigert sich aber die Affinität des Zinks bis zu chemischer Action. Es oxydirt sich durch Zersetzung der dasselbe berührenden Wassermoleküle und stösst den frei werdenden positiven Wasserstoff ab. Dieser bewirkt in Folge seiner höheren elektrischen Spannung in der ganzen Reihe der Wassermoleküle bis zum Kupferende eine Trennung und Wiedervereinigung zwischen dem Sauerstoffe und Wasserstoffe der benachbarten Wassermoleküle und werden jetzt an den Endpunkten der Reihe, wo sie die beiden Metalle berühren, am Zink stets negativer Sauerstoff, dieses verbrennend, am Kupfer positiver Wasserstoff ausgeschieden, dessen Ueberschuss an Elektricität an das Kupfer abgegeben wird und einen elektrischen Strom bewirkt, welcher in der Flüssigkeit vom Zink zum Kupfer, im Schliessungsdrahte vom Kupfer zum Zink geht. Es geht zwar ebensowohl ein elektronegativer Strom in entgegengesetzter Richtung, in derjenigen, in welcher die Sauerstoffatome zum Zink wandern. Hier setzt sich aber die Elektricität in chemische Arbeit um. Mit Recht wird daher als die Richtung des Stromes diejenige der stärkeren, freien, positiven Elektricität angenommen und in den Figuren durch Pfeile bezeichnet.

Dieser elektrische Strom ist also das Abfliessen des Ueberschusses freier Elektricität vom positiven Pole in den Schliessungsbogen. In den letzteren eingeschaltete andere Körper erfahren dieselbe in dem Kreise herrschende elektrische Vertheilung, welche sich nach der chemischen Natur derselben verschieden äussert. Grundstoffe in fester oder geschmolzener oder aufgelöster Form erleiden selber keine Veränderung, setzen aber durch Leitungswiderstand die Elektricität in Wärme, eventuell in Licht um, und zwar um so mehr, je schlechter sie die Elektricität leiten. Die zusammengesetzten leitenden Stoffe in geschmolzener oder aufgelöster Form werden in ihre Bestandtheile zerlegt, indem die Affinitäten der letzteren sich in ungleich-



namige Elektricitäten umsetzen. Solche durch den Strom zerlegbare Verbindungen nannte FARADAY Elektrolyte, den ganzen Vorgang Elektrolyse. Die Zersetzungsproducte heissen Jonen, und zwar das elektropositive Kation, das elektro-negative Anion. Die unterbrochenen, in den Elektrolyt eintauchenden Enden des Schliessungsbogens heissen Elektroden, und zwar das positive, vom Kupferpole hergeleitete, an welchem das negative Anion (aus dem Wasser der Sauerstoff) sich abscheidet, die Anode, die negative vom Zinkpole kommende, das positive Kation (den Wasserstoff) anziehende, die Kathode. Schematisch stellt dies Fig. 107 dar.

Feste und manche nicht leitende flüssige Verbindungen sind keine Elektrolyte.

Die Ausscheidung der Jonen erfolgt im Verhältnisse ihrer chemischen Valenzen und die Menge der ausgeschiedenen Substanz entspricht einer bestimmten Grösse elektromotorischer Kraft, so dass die eine an der andern gemessen werden kann. In der That beruht die Berechnung der Stromstärke in einer Classe von Galvanometern, den sogenannten Voltametern, auf Messung des in der Zeiteinheit, 1 Minute, ausgeschiedenen Volumens Wasserstoff bei 0° und 760 mm Barometerdruck. Das Gewicht der abgeschiedenen Jonen würde gleichfalls im chemischen Valenzverhältnisse zu demjenigen des im Elektromotor aufgelösten Zinks stehen, wenn nicht ein Theil der Elektricität durch Widerstände in der Leitung in eine andere Form der Energie, meist Wärme, übergeführt würde. Es kommt daher in der Zersetzungszelle nur diejenige Elektricitätsmenge zur Wirkung, welche nach Abzug der Leitungswiderstände nachbleibt.

Auf diesen Grundprincipien der Elektrolyse beruhend, ist die elektrochemische Analyse entstanden. Es wird durch dieselbe die zu trennende Jone, um deren Bestimmung es sich handelt, vollständig in einer wägbaren oder messbaren Form abgeschieden. Das correcte Gelingen setzt aber voraus, dass nicht während der Dauer des Stromes oder nach Beendigung der elektrischen Einwirkung die ausgeschiedenen Substanzen in der früheren oder anderer Weise neue Verbindungen eingehen. Gegen diese Eventualität muss der Arbeitende durch die richtige Wahl und Kenntniss der Stoffe und der Lösungsmittel sich sicherstellen. Es können z. B. keine leichten, das Wasser zersetzenden Metalle, bei Gegenwart einer Säure keine Metalle aus der Zinkgruppe vollständig ausgeschieden werden, da sie sich sogleich wieder lösen würden. Am besten eignen sich zur Bestimmung der Metalle die Bioxalate derselben, bei welchen die sich abscheidende Kleesäure sich sogleich vollständig zu Kohlensäure oxydirt.

Die Ausscheidung des Metalles erfolgt in wenigen Fällen lose, sondern meist auf der Kathode festsitzend. Letztere wird vor und nach dem Prozesse gewogen, die Differenz ergibt das gesuchte Metall. Die Elektrode besteht aus einem blank polirten edlen Metalle, Gold oder Platin, in Gestalt einer den Elektrolyt aufnehmenden Schale, einer in denselben eingetauchten Scheibe, einer Spirale, einer Ruthe, eines Ringes, eines Trichters, je nach der Menge des Elektrolyten und der Gestalt des Gefässes. Dieselben sind leicht mit der Leitung zu verbinden und zu entfernen und nach dem Wägen vollständig von der Jone zu befreien. Bei den meisten Metallen geschieht dieses durch Lösen in einer geeigneten Säure, beim Quecksilber durch Ausflühen.

Sehr ungleich und für den Arbeitenden der Erfahrung und Anleitung bedürftig ist die erforderliche Stromstärke für die Abscheidung der verschiedenen Metalle. Es müssen daher Batterien verschiedener Art und Vorrichtungen zum Messen der Stromstärke vorhanden sein. Für schwache Ströme empfehlen sich die sehr constanten Batterien von MEIDINGER und diejenigen von LECLANCHÉ, für stärkere Ströme die Elemente von BUNSEN oder von GROVE. Auch werden die neuen thermoelektrischen, mit Leuchtgas erhitzten Elemente verwendet. Für grossen Betrieb eignen sich die nicht Jedem zugänglichen elektrodynamischen Maschinen. Wo die nöthige elektromotorische Kraft geboten ist, welche beliebig getheilt werden kann, und die übrigen Apparate in ausreichender Zahl vorhanden sind, können Dutzende von Analysen gleichzeitig gemacht und

überwacht werden. Bei richtiger Anordnung sind Fehler kaum möglich und der Strom besorgt die Arbeit in viel kürzerer Zeit, als die mühsamen chemischen Fällungsanalysen zum Ziele führen. Es ist nicht nur eine Ausscheidung einzelner Stoffe in eben beschriebener Weise, sondern auch die Verwendung der Elektrolyse als Hilfsmittel zu Trennungen in den complicirtesten directen und indirecten chemischen Analysen ausführbar. Das Nähere s. in „Quantitative chemische Analyse durch Elektrolyse“ von Dr. ALEXANDER CLASSEN, Berlin 1886. Gänge.

**Elektrochemische Theorie.** Die elektrochemische Theorie hatte sich zur Zeit ihrer Aufstellung durch BERZELIUS einer bedeutenden Aufnahme zu erfreuen, da sie sich mit den bis damals beobachteten chemischen Erscheinungen leicht in Einklang bringen liess und zum ersten Male durch sie ein einheitliches System geschaffen worden war, dem man die zur Zeit bekannten Elemente einzuverleiben vermochte. BERZELIUS nahm an, dass in jedem Atom die zwei entgegengesetzten Elektricitäten vorhanden seien, dass aber die eine die andere bezüglich der Quantität der Art überwiege, dass jedes Atom (und somit auch ein aus mehreren Atomen bestehender Complex) entweder elektropositiv oder elektronegativ erscheine und ordnete darnach die Elemente in einer Reihe an, so dass jedes Element gegen das vorhergehende elektropositiv erschien, welche Reihe als „Spannungsreihe“ bezeichnet wurde. Die einzelnen Atome vereinigten sich zunächst zu Verbindungen erster Ordnung, und durch Zusammentreten einer positiven Verbindung erster Ordnung mit einer negativen dergleichen entstanden sodann Verbindungen zweiter Ordnung.

Diese Theorie bildete die Grundlage für die dualistische Auffassungsweise, nach welcher z. B. das Kaliumsulfat als eine Verbindung von Kali KO (positiv) mit Schwefelsäure  $\text{SO}_3$  (negativ) —  $\text{KO}, \text{SO}_3$  — oder der Alkohol als eine Verbindung von Wasser HO mit Aether  $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}$  —  $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}, \text{HO}$  — angesehen wurde.

Die Thatsache indess, dass man in Verbindungen Wasserstoff durch das stark elektronegative Chlor ersetzen konnte, ohne den Charakter der Verbindung in ihren wesentlichen Eigenschaften erheblich abzuändern (z. B. Ersetzung des Wasserstoffs der Essigsäure durch Chlor unter Bildung von Chloressigsäuren), gab der dualistischen Theorie den Gnadenstoss und führte zur Aufstellung der Substitutionstheorie (s. Chemie).

Mit dem Dualismus kam auch die elektrochemische Theorie selbst in Vergessenheit, indessen ist zu bedenken, dass BERZELIUS selbst von seiner Theorie kaum eine andere Anwendung machte, als die zur Eintheilung der Elemente in elektronegative und -positive und ist zu bewundern, dass diese Eintheilung im Grossen und Ganzen von der heutzutage mit besseren Hilfsmitteln auf Grund exacterer Messungen aufgestellten Reihe nicht allzu sehr abweicht. Die von BERZELIUS gegebene Eintheilung der Elemente, bei der allerdings H und C zu weit nach der negativen Seite Platz gefunden haben, ist die folgende:

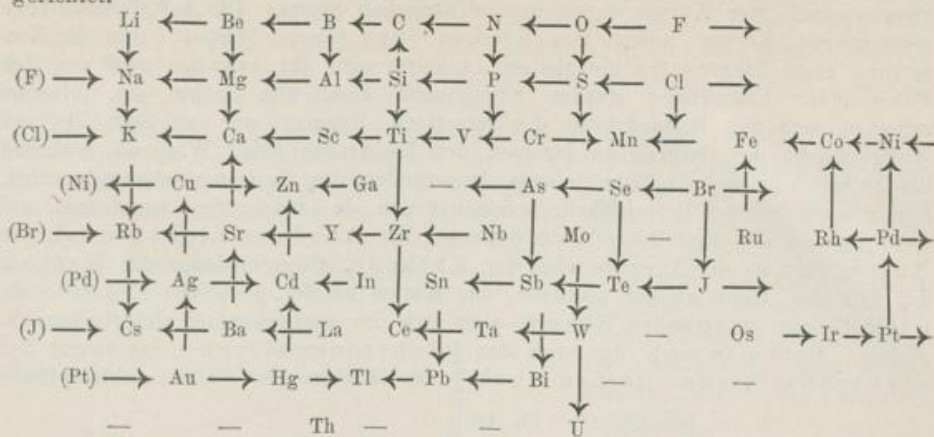
Elektronegative: O, S, N, F, Cl, Br, J, Se, P, As, Cr, V, Mo, B, C, Sb, Te, Ta, Ti, Si.

Elektropositive: Au, Os, Jr, Pt, Rh, Pd, Hg, Ag, Cu, U, Bi, Sn, Pb, Cd, Co, Ni, Fe, Zn, Mn, Ce, Th, Zr, Al, Y, G, Mg, Ca, Sr, Ba, L, Na, K, H.

Wenn es schon sehr verdienstlich ist, eine Zusammenstellung der Elemente bezüglich ihrer elektrischen Eigenschaften zu schaffen, so ist doch zu bedenken, dass dieselbe für theoretische Speculationen eine zu ungenaue Grundlage bietet, indem für ein Studium des elektrischen Verhaltens der Elemente die absolute Reinheit derselben erste Bedingung ist, eine Bedingung, die noch jetzt äusserst schwer — damals natürlich noch weniger — erfüllt werden konnte.

Eine Tabelle, welche — soweit es die jetzigen Kenntnisse gestatten — das elektrische Verhalten der einzelnen Elemente gegen einander zugleich unter Berücksichtigung ihrer Zusammengehörigkeit in Familien darlegt (entnommen aus LOTH. MEYER, Moderne Theorien der Chemie, 5. Aufl., pag. 549) ist im Folgenden

wieder gegeben; die Spitze der Pfeile ist stets gegen das positivere Element gerichtet.



Obgleich bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse Speculationen über den Zusammenhang der elektrischen Erscheinungen mit dem chemischen Verhalten der Elemente verfrüht erscheinen, so ist doch das Bestehen eines solchen Zusammenhanges nicht zu leugnen, unzweifelhaft steht jedenfalls die Electricität mit der als Affinität bezeichneten Eigenschaft der Elemente in naher Beziehung und hat noch jetzt die von H. DAVY ausgesprochene Ansicht, dass Körper, wenn sie vermöge ihrer kleinsten Theilchen wirken, chemische Erscheinungen hervorbringen, wenn sie dagegen als Massen wirken, elektrische Wirkungen äussern — dass also diese beiden verschiedenen Erscheinungen durch eine und dieselbe Kraft erzeugt werden — die grösste Wahrscheinlichkeit. Ehrenberg.

**Elektroden** (ὄδος, Weg) nennt man nach FARADAY jene beiden Stellen der Leitung eines galvanischen Stromes, durch welche er in einen zersetzbaren Körper, Elektrolyten (s. Elektrolyse), eintritt und ihn verlässt. Jene Stelle, welche mit dem positiven Pol der Stromquelle in Verbindung steht, bezeichnet man als *Anode* (ἀνά, hinauf), die mit dem negativen Pol verbundene als *Kathode* (κατά, hinunter). Diese Namen finden ihre Erklärung in dem Umstand, dass man sich den Strom von Ost nach West verlaufend und mit der Sonne auf- und absteigend dachte.

Als Elektroden bezeichnet man auch zwei solche Leiter, zwischen welchen eine elektrische Funkenentladung stattfindet.

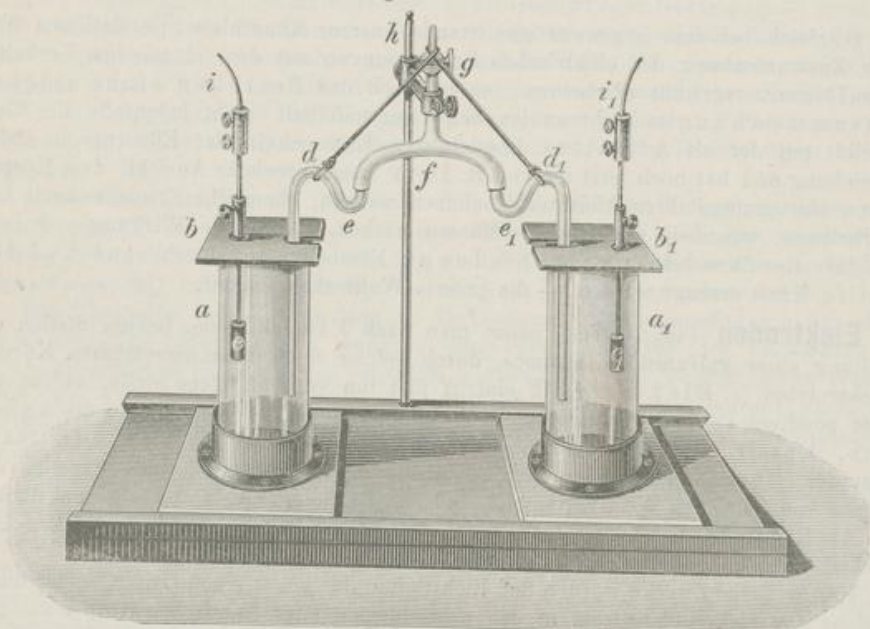
Für ärztliche Zwecke werden den Elektroden, das heisst jenen Leitertheilen, durch welche der elektrische Strom in den menschlichen oder thierischen Körper zu- und abgeleitet wird, je nach der beabsichtigten Wirkung sehr verschiedene Formen gegeben. Zumeist bestehen sie aus geraden oder schwach gekrümmten Metallstäben an isolirenden Griffen und besitzen verschiedene Ansätze, wie abgerundete Spitzen, Knöpfe und Oliven, die zur Vermeidung der Oxydation mit dünnen Platinplättchen belegt sind. Sie werden gewöhnlich mit feinem Schwamm überzogen und vor dem Gebrauch in warmes Wasser getaucht, damit der Strom auf seinem Wege einen möglichst kleinen Widerstand findet. Auch lange, spitze Nadeln, Zangen und Pinsel aus feinen Silber- oder Goldfäden dienen in bestimmten Fällen als Elektroden.

Unter unpolarisirbaren Elektroden, wie sie namentlich bei physiologischen Versuchen, z. B. der Prüfung thierischer Gewebe auf Electricitätsentwicklung, in Verwendung kommen müssen, versteht man solche, bei deren Gebrauch durch das Anlegen der elektrolytischen Zersetzungsproducte keine dem angewendeten Strom entgegenwirkende, also ihn schwächende elektromotorische Kraft auftritt. Unpolarisierbar sind nach den Versuchen DUBOIS-REYMOND'S nur Elektroden aus amalgamirtem Zink in Lösungen von schwefelsaurem Zinkoxyd oder von Chlorzink. Pitsch.

**Elektrodynamik**, s. Induction.

**Elektrolyse** (λύσις, Lösung, Scheidung) ist die Zersetzung flüssiger, chemisch zusammengesetzter Körper durch den elektrischen Strom. Die auf diesem Wege zersetzbaren Körper nennt man **Elektrolyte** (λυτός, lösbar). Um die Zersetzung eines Elektrolyten einzuleiten, schaltet man ihn zwischen zwei von den Polen einer hinreichend starken Stromquelle kommende Drähte ein. Hierbei scheiden sich die Bestandtheile des zersetzten Körpers nur an der Ein- und Austrittsstelle des elektrischen Stromes, den Elektroden (ὁδός, Weg) ab, während die zwischen ihnen befindliche Substanz unverändert ihre Zusammensetzung bewahrt. Die ausgeschiedenen Bestandtheile bezeichnet man als Ionen (ἰόν, wandernd), und zwar den an der Eintrittsstelle des Stromes, der **Anode** (s. Elektroden), das Anion, den an der Austrittsstelle, der **Kathode**, abgeschiedenen das Kation. Da sich das Anion an der positiven, das Kation an der negativen Elektrode abscheidet, von elektrischen Körpern aber sich die ungleichnamig elektrischen anziehen, nennt man auch das erste den elektronegativen, das zweite den elektropositiven Bestandtheil des Elektrolyts. Die elektrolytische

Fig. 108.



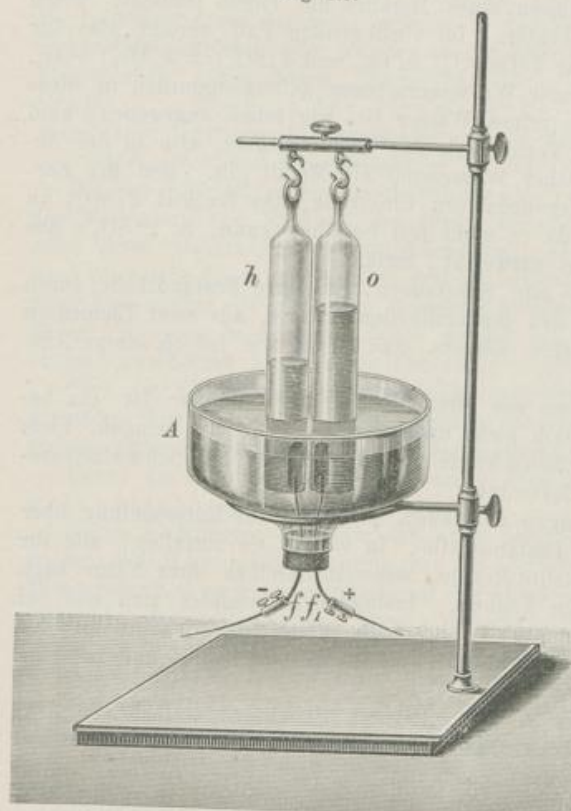
Leitung des elektrischen Stromes, bei welcher stets eine Zersetzung des Leiters erfolgt, steht im Gegensatz zur metallischen Leitung, bei welcher dies nicht der Fall ist. In flüssigen, chemisch zusammengesetzten Körpern findet nie eine Leitung des elektrischen Stromes ohne Zersetzung statt. Andererseits ist die flüssige, durch Schmelzen oder Lösung erzielte Form des Elektrolyten eine für die Zersetzung nothwendige Bedingung.

Was die zur Elektrolyse verwendeten Apparate anbelangt, bedient man sich nach G. WIEDEMANN für Lösungen mit Vortheil zweier neben einander stehender, mit Glasplatten bedeckter, cylindrischer Gefäße *a*, *a*<sub>1</sub> (s. Fig. 108), in deren jedes eine Platinelektrode *c* und *c*<sub>1</sub>, die an den Platindrähten *i*, *i*<sub>1</sub> befestigt sind, hineinragt. Aus dem Innern der Gefäße führen die Röhren *d*, *e* und *d*<sub>1</sub>, *e*<sub>1</sub> nach aussen und sind unter einander durch das Querstück *f* verbunden, das an dem Ständer *h* befestigt ist und eine Ansaugröhre mit Hahnverschluss *g* besitzt. Nachdem die zu untersuchende Flüssigkeit in die Gefäße gebracht wurde, saugt man bei *g* auch das Röhrensystem voll und verschliesst dann den Hahn. Eine Vermischung der Flüssigkeiten bei der Elektrolyse ist durch die Form der Röhren

vollkommen ausgeschlossen. Nach Beendigung des Versuches fällt dann die Flüssigkeit beim Oeffnen des Hahnes wieder in die Gefässe zurück, deren Inhalt nunmehr chemisch geprüft werden kann. Der Apparat erfordert wegen seines grösseren inneren Widerstandes auch eine Stromquelle von grösserer Intensität, nämlich ungefähr zehn bis zwölf DANIELL-Elemente.

Zum Auffangen gasförmiger Zersetzungsproducte dient der in Fig. 109 dargestellte Apparat. Der Elektrolyt befindet sich in dem flach cylindrischen Glasgefäss *A*, welches mittelst eines gestielten Kreisringes von einem Stativ getragen wird. An einem Querstab desselben Stativs hängen auch die beiden cylindrischen Röhren *h* und *o* und stülpen sich über je eine der Platinelektroden, zu welchen durch den Boden des Gefässes *A* die Zuleitungsdrähte *f* und *f*<sub>1</sub> führen. Die Auffangröhren,

Fig. 109.



in welche die bei der Zersetzung an den Elektroden auftretenden Gase aufsteigen, müssen natürlich vor Beginn des Versuches vollständig mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt sein.

Die für die Versuche mit geschmolzenen Substanzen anzuwendenden Apparate richten sich nach den speciellen Eigenschaften derselben, so dass sich etwas Allgemeines in dieser Richtung nicht sagen lässt.

Das Grundgesetz der Elektrolyse wurde im Jahre 1833 von FARADAY aufgefunden, welcher auch die oben angeführten Bezeichnungen aufgestellt hat. Das von ihm entdeckte Gesetz lautet: Durch denselben galvanischen Strom werden in gleichen Zeiten äquivalente Mengen der Elektrolyte zersetzt, wobei die Quantitäten der aus ihnen an beiden Elektroden abgeschiedenen Stoffe gleichfalls im Verhältniss ihrer Aequivalentgewichte stehen. Dieses Gesetz gilt ebenso wie für geschmolzene auch für gelöste Substanzen und im letztgenannten Fall

spielen sich die Vorgänge gerade so ab, als ob nur die gelöste Substanz allein vom Strom durchflossen würde.

Ob ein Körper ein Elektrolyt ist oder nicht, lässt sich im Allgemeinen nicht von vornherein bestimmen, doch bietet in manchen Fällen die chemische Zusammensetzung Anhaltspunkte für eine solche Entscheidung. Dies tritt bei den sogenannten binären Verbindungen mit metallischen Basen ein, wofür einige Beispiele angeführt werden sollen. Wasser ist in vollkommen reinem Zustand kein Leiter des elektrischen Stromes, wird es aber durch Zusatz einiger Tropfen Schwefelsäure. Sofort erfolgt auch durch den Strom die Zersetzung, bei welcher sich an der Anode Sauerstoff, an der Kathode Wasserstoff abscheidet, so dass für je neun Gewichtstheile zersetzten Wassers ein Gewichtstheil Wasserstoff und acht Gewichtstheile Sauerstoff auftreten. Die Wasserzersetzung wurde zuerst im Jahre 1800 von CARLISLE und NICHOLSON beobachtet. Bei der Zerlegung concentrirter Lösungen von Chlor-, Brom- und Jodwasserstoffsäuren erscheinen Chlor, Brom und Jod am positiven, Wasser-

stoff am negativen Pol, so dass einem Gewichtstheil Wasserstoff respective 35.4, 79.7, 126.5 Gewichtstheile ausgeschiedener Substanz am positiven Pol entsprechen. Auch die Chlorüre, Bromüre, Jodüre und überhaupt im Allgemeinen die Verbindungen eines Metalloides mit einem Metalle sind im geschmolzenen oder gelösten Zustand Elektrolyte. Bei ihrer Zersetzung scheiden sich die Metalloide an der Anode, die Metalle an der Kathode aus. In ganz ähnlicher Weise verhalten sich die Oxyde. Sauerstoff geht an die positive, Metall an die negative Elektrode

Nach demselben Schema zerlegen sich auch die Salze der mineralischen Säuren, indem das Metall an der negativen, die Säure im Verein mit Sauerstoff an der positiven Elektrode auftritt. Hiernach liefert beispielsweise die Elektrolyse des schwefelsauren Kupferoxyds Kupfer an der Kathode, wasserfreie Schwefelsäure nebst Sauerstoff an der Anode. Nach dem Vorgange DAVY'S denkt man sich nämlich die Salze als binäre Verbindungen eines Metalles mit einem Radical, welche beide Bestandtheile der Strom scheidet. Im vorliegenden Fall zerlegt also der Strom die ursprüngliche Verbindung  $2(\text{Cu SO}_4)$  in  $\text{Cu}_2$  und  $2(\text{SO}_4) = 2(\text{SO}_3) + \text{O}_2$ . Auch die früher angeführte sogenannte Wasserzersetzung gehört eigentlich in diese Kategorie von Elektrolysen, denn reines Wasser ist, wie schon angegeben, kein Elektrolyt, sondern erst in seiner Verbindung mit Schwefelsäure, also in der Zusammensetzung  $2(\text{H}_2 \text{SO}_4)$ , in welcher Wasserstoff als Metall gilt. Bei der Zerlegung tritt das Metall  $2\text{H}_2$  an der negativen Elektrode, das Radical  $2(\text{SO}_4)$  an die positive Elektrode, wobei es, da es nicht frei bestehen kann, in  $2(\text{SO}_3)$ , das in der Lösung bleibt, und  $\text{O}_2$ , das entweicht, zerfällt.

Nach HITTORF sind Elektrolyte alle Substanzen, die ihre Bestandtheile durch doppelte Wahlverwandschaft mit den Bestandtheilen binärer, aus zwei Elementen bestehenden Verbindungen austauschen können, eine Regel, die jedoch einige Ausnahmen zulässt.

Das Verhalten der Verbindungen von Metalloiden unter einander ist ein bedeutend complicirteres und lässt sich nicht unter bestimmte Regeln bringen. Viele dieser Verbindungen, wie z. B. Chlorschwefel, Schwefelkohlenstoff, Schwefelsäureanhydrit, sind überhaupt keine Elektrolyte.

Was die organischen Verbindungen anbelangt, so gelten zur Entscheidung über ihre Zersetzbarkeit und über die Bestandtheile, in welche sie zerfallen, alle für anorganische Verbindungen aufgestellte Regeln, insoweit dieselben ihrer Natur nach auf diese Weise übertragen werden können. Insbesondere scheidet sich also bei der Verbindung einer organischen Säure mit einem Metall das letztere an der Kathode aus, während das Säureradical sich an die Anode begibt und in seine weiteren Bestandtheile zerfällt.

Die Elektrolyse geht übrigens in den seltensten Fällen so einfach vor sich, wie dies bei den besprochenen Zersetzungen angenommen wurde. Die Verhältnisse compliciren sich bedeutend durch die sogenannten secundären Processe, welche sich in Folge der Wechselwirkung zwischen den ausgeschiedenen Bestandtheilen, den Elektroden und der noch unzerlegten Substanz abspielen. Der primäre Process der Zerlegung geht aber auch in solchen Fällen vollständig unabhängig von den Veränderungen vor sich, welche die Ionen nach ihrer Abscheidung erleiden und verursachen mögen. Die Hauptursachen dieser secundären Processe sind folgende. In erster Linie oxydirt der an der Anode auftretende Sauerstoff alle oxydirbaren Substanzen seiner Umgebung, sei es die Elektrode, seien es die Zersetzungsproducte, mit welchen er gleichzeitig auftritt, oder die Lösung selbst. So löst sich bei der Elektrolyse des schwefelsauren Kupferoxydes unter Anwendung einer Kupferkathode letztere durch die Einwirkung des an ihr abgeschiedenen Sauerstoffes und Schwefelsäureanhydrits allmählig zu schwefelsaurem Kupferoxyd auf, so dass der elektrolytische Process sich auf einen Transport einer bestimmten Metallmenge von der Anode zur Kathode zu beschränken scheint, wobei der Elektrolyt nicht in Mitleidenschaft gezogen wird. Zuweilen zerlegt das an der negativen Elektrode ausgeschiedene Metall das Wasser der Lösung. So tritt z. B. bei der Elektrolyse von Jodkalium an der Kathode an Stelle des Kaliums Wasser-



stoff auf, der von der Zersetzung des Wassers durch das ausgeschiedene Metall herührt, wobei Kali in Lösung übergeht. Bei der Wasserzersetzung absorbiren Kathoden aus Platin oder Palladium sehr beträchtliche Mengen des auftretenden Wasserstoffgases, Platin das achtzigfache, Palladium das sechshundertfache seines Volumens.

Lässt man eine und dieselbe elektrolytische Substanz durch verschieden starke Ströme, deren Intensität nach ihren magnetischen Wirkungen gemessen werden, während gleicher Zeit zersetzen, so ist die Gewichtsmenge der zersetzten Substanz oder eines der Ionen der Stromstärke proportional. Man kann also die Stärke eines elektrischen Stromes auch nach der Gewichtsmenge beurtheilen, die er in bestimmter Zeit von einem geeigneten Elektrolyten zersetzt, oder nach der Gewichtsmenge eines der Ionen, welches er in dieser Zeit ausscheidet oder, wenn das Ion gasförmig ist, auch nach dem Volumen, das es bei 760 mm Quecksilberdruck und der Temperatur von 0 Graden einnimmt. Als Stromeinheit gilt dann die Intensität jenes Stromes, welcher in der Zeiteinheit die Gewichtseinheit, eines Elektrolyten zersetzt, oder welcher in der Zeiteinheit die Gewichtseinheit respective Volumeinheit eines Ionen abscheidet. Eine solche Einheit nennt man eine chemische Einheit der Stromstärke. Die am häufigsten angewendeten Arten einer derartigen Strommessung sind die Elektrolyse von angesäuertem Wasser, von Silbersalzen und schwefelsaurem Kupferoxyd.

Bei der Elektrolyse von zwei Substanzen in einer Lösung zertheilt sich nach den Versuchen von HITTORF der Strom zwischen beiden Substanzen nach Massgabe ihres elektrischen Leitungsvermögens, und beide Substanzen werden dann nach Massgabe jenes Stromtheiles zerlegt, welcher sie durchsetzt. Natürlich werden auch hier wieder die einfachen primären Vorgänge auf vielfache Weise von secundären Processen beeinflusst, durch welche an den Elektroden ganz andere Substanzen erscheinen können, als der reinen Elektrolyse entsprechen.

Eine die Elektrolyse begleitende Nebenerscheinung ist die sogenannte Wanderung der Ionen, vermöge welcher die Concentration der Lösung des Elektrolyts während der Zersetzung an der Kathode ab-, an der Anode aber zunimmt.

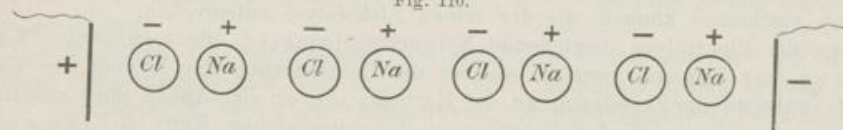
Ueber die elektrolytischen Vorgänge in der galvanischen Kette s. Elemente, galvanische und Galvanismus.

Durch Elektrolyse erklären sich auch manche merkwürdige Vorgänge. So entwickelt sich Wasserstoffgas, wenn man ein Gemenge von Eisen- und Kupferspänen in Wasser wirft. Durch Aneinanderlegen derselben entstehen nämlich kleine galvanische Elemente, deren Ströme das Wasser zersetzen. Ebenso ist die Auflösung des käuflichen Zinkes in Schwefelsäure ein elektrolytischer Process, der bei chemisch reinem Zink nicht eintritt. Die zwischen dem Zink und seinen Vereinigungen entstehenden elektrischen Ströme scheiden bei der Zerlegung der Schwefelsäure am Zink Sauerstoff und Schwefelsäureanhydrit ab, wodurch die Auflösung zu schwefelsaurem Zinkoxyd erfolgt. Durch Amalgamirung des Zinkes wird dieser Process verhindert, indem an der amalgamirten, gleichförmig gemachten Oberfläche solche Ströme sich nicht bilden können. Auf Elektrolyse beruht auch die Fällung eines Metalles aus den Lösungen seiner Salze durch ein anderes Metall. An einem Eisenstab z. B., der in eine Lösung schwefelsauren Kupferoxydes getaucht wird, bilden sich infolge der Ungleichartigkeiten an seiner Oberfläche kleine Elemente, deren Ströme die Lösung zersetzen und Kupfer am Eisen niederschlagen. Dieser Niederschlag bildet mit dem Eisen neuerdings ein Element, dessen Ströme Kupfer niederschlagen, Eisen aber gleichzeitig auflösen. Bedingung für den Eintritt einer solchen Fällung ist, dass die eingetauchten Metalle elektropositiver als die gelösten sind, damit die augenblicklich niedergeschlagenen Metalltheile bei den hierdurch neugebildeten galvanischen Elementen für die weitere Zersetzung die Kathode bilden, an welcher der weitere Metallniederschlag erfolgt.

Eine alle Details der Elektrolyse umfassende Theorie derselben gibt es noch nicht. Die gegenwärtig am meisten verbreitete Theorie, welche wenigstens über die Haupterscheinungen der chemischen Stromwirkung Rechenschaft ablegt, nimmt an, dass, wie beim Contacte zweier verschiedenartiger Körper, so auch bei der Be-

rührung der kleinsten Theilchen der Substanzen die entgegengesetzten Elektricitäten geschieden werden. Durch das Einsenken der Elektroden in den Elektrolyten tritt eine derartige Richtung aller seiner Theilchen ein, dass sich die positiv elektrisch geladenen gegen die negative Elektrode, die negativ geladenen gegen die positive kehren. So kehren sich beispielsweise bei der Elektrolyse von Chlornatrium die negativ geladenen Chlortheilchen (s. Fig. 110) gegen die Anode, die positiv geladenen Natriumtheilchen gegen die Kathode. Ist nun die Anziehungskraft, welche die Elektroden auf die ihnen gegenüberstehenden, ungleichnamig elektrischen Theilchen ausüben, grösser als jene Kraft, mit welcher je zwei Theilchen zusammenhalten, so tritt eine Trennung ein. In dem gewählten Beispiel scheidet sich also Chlor an der einen, Natrium an der anderen Elektrode unelektrisch ab. Die hierdurch an beiden Seiten der betrachteten Molekülreihe frei gewordenen, entgegengesetzt elektrischen Bestandtheile wirken nun zersetzend auf die angrenzenden Moleküle ein und vereinigen sich mit dem entsprechenden Bestandtheil derselben, ein Process, der sich so lange fortsetzt, bis die ganze Reihe dieselbe Zusammensetzung wie früher, aber ein Theilchen weniger zeigt, an dessen Stelle aus der fibrigen Flüssigkeit ein anderes eintritt. Nachdem die neue Reihe sich wieder orientirt hat, geht die weitere Zersetzung genau in derselben Weise vor sich wie früher. Da bei der Zersetzung jedes Moleküls eine bestimmte Elektricitätsmenge, die zur Neutralisation des elektrischen Zustandes der getrennten Theilchen verwendet wurde, von den Elektroden abfließt, so können in demselben Verhältniss, in welchem die in gleichen Zeiten den Elektroden zuströmenden Elektricitätsmengen sich vergrössern, auch mehr Moleküle zersetzt werden, d. h. das Gewicht des in gleichen Zeiten zerlegten Elektrolyten ist der Stromstärke proportional.

Fig. 110.



In dieser Theorie bildet der Umstand eine Schwierigkeit, dass nach ihr eine Zersetzung erst dann eintreten würde, wenn die von den Elektroden ausgehende Wirkung eine gewisse Grenze überschreitet, nämlich grösser wird als die Kraft, mit welcher die Theilchen zusammenhängen. Andererseits zeigt aber die Erfahrung, dass auch schon der schwächste Strom die ihm entsprechende Wirkung ausübt. Um diese Schwierigkeit zu umgehen, nimmt CLAUSIUS an, dass in jeder Flüssigkeit sich die Theilchen in verschiedenster Weise aneinander vorbei bewegen und aneinanderstossen, wobei sich bei zusammengesetzten Körpern die Bestandtheile der einzelnen Moleküle mannigfach unter einander austauschen. Die Flüssigkeitstheilchen befinden sich daher in einem Zustand beständiger Zersetzung und Neuverbindung. Taucht man nun Elektroden in die Flüssigkeit, so wird die Bewegung der Theilchen, die früher nach allen Richtungen gleichmässig vor sich ging, derart modificirt, dass die positiv geladenen Theilchen sich leichter gegen die Kathode, die negativ geladenen gegen die Anode bewegen. Im Innern der Flüssigkeit verbinden sich je zwei in solcher Weise befreite Ionen, die sich bei ihrer entgegengesetzt gerichteten Bewegung treffen, zu einem Flüssigkeitsmolekül, an der Kathode aber findet ein sich bewegendes Kation kein entgegenkommendes Anion und ebenso an der Anode das Anion kein Kation, so dass beide frei an den Elektroden auftreten. Da eine solche Richtung der Bewegung schon bei der geringsten elektrischen Einwirkung stattfinden muss, erklärt es sich, warum schon der schwächste Strom eine seiner Intensität entsprechende Wirkung ausüben wird.

Ausser in der Chemie, in welcher ja die Alkalimetalle durch Elektrolyse entdeckt wurden, findet die Elektrolyse auch im technischen Leben bei der Galvanoplastik, beim Vergolden, Versilbern, Vernickeln von Gegenständen und bei der Trennung der Metalle von ihren Unreinigkeiten eine ausgedehnte Anwendung. In

der Chirurgie bietet sie Hilfsmittel zur Beseitigung von Geschwülsten, Geschwüren, Exsudaten und Stricturen.

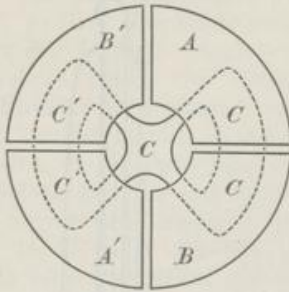
Pitsch.

**Elektrometer** ( $\mu\epsilon\tau\rho\omicron\nu$ , Maass) ist ein Apparat, welcher die Messung der Intensität elektrischer Kräfte gestattet. Alle solche Apparate stimmen darin überein, dass den zu messenden elektrischen Kräften durch andere, deren Intensität leicht ermittelt werden kann, wie die Schwere, die Torsionskraft eines feinen Drahtes oder die Richtkraft eines Magnetes, das Gleichgewicht gehalten wird.

Die früher üblichen Constructionen solcher Instrumente, wie die von DELLMANN, RIESS u. A. sind jetzt zumeist durch das THOMSON'sche Quadrantenelektrometer und seine vielfachen Modificationen verdrängt.

Die wesentlichen Bestandtheile dieses Apparates sind die Quadranten  $A, A', B, B'$  (s. Fig. 111), welche in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise ein merkwürdig geformtes Scheibchen  $CC'$  umschliessen. Die Quadranten sind die vier Theile

Fig. 111.



einer durch zwei Schnitte vollständig getheilten, cylindrischen Metallbüchse. Je zwei aneinander grenzende Quadranten sind von einander isolirt, je zwei gegenüberliegende, also  $A, A'$  und  $B, B'$  leitend verbunden. Die Scheibe  $CC'$  besteht aus zwei durch die zugehörigen Durchmesser zusammengehaltenen Stücken eines Kreisringes und schwingt derartig an einem im Mittelpunkte befestigten feinen Drahte, dass ihre Ebene stets parallel zu der oberen und unteren Begrenzungsfläche der Büchse und genau in der Mitte zwischen beiden bleibt.  $CC'$  steht nun mit der inneren Belegung einer sehr stark geladenen Leydenerflasche, die gleichzeitig dem ganzen Apparat als Gehäuse dient, in leitender Verbindung und ist auf diese Weise stark elektrisch geladen. Trotz dieser Ladung bleibt die Scheibe in Ruhe, wenn sie genau symmetrisch zu den Quadranten liegt und diese keine Ladung besitzen. Zur Untersuchung des elektrischen Zustandes eines Körpers verbindet man denselben mit dem einen Quadrantenpaar, während man das andere leitend mit der Erde verbindet, um es von elektrischer Spannung frei zu halten. Sogleich dreht sich die Scheibe  $CC'$  zum grösseren Theil in die geladenen oder nicht geladenen Quadranten, je nachdem die Ladung dieser letzteren, also auch jene des untersuchten Körpers, mit der Scheibenladung ungleichnamig oder gleichnamig ist. Diese Drehung währt so lange, bis die hierdurch bewirkte rückdrehende Kraft des Metallfadens, an welchem die Scheibe schwebt, der ablenkenden Kraft das Gleichgewicht hält. Das zurückdrehende Moment des Fadens ist aber dem Drehungswinkel proportional. Die beobachtete Ablenkung der Scheibe aus ihrer Gleichgewichtslage, eine Grösse, welche mittelst Spiegelablesung bestimmt wird, gibt also über die Intensität des untersuchten elektrischen Zustandes Aufschluss. Ebenso lässt sich aus der Ablenkung der Scheibe aus der Ruhelage ein Schluss auf den Unterschied in der elektrischen Ladung zweier Körper ziehen, wenn man jeden mit je einem Quadrantenpaar verbindet. Was die Details des Apparates anbelangt, müssen wir auf die in allen grösseren Lehrbüchern über Elektrizität enthaltenen genauen Beschreibungen desselben verweisen (s. z. B. WIEDEMANN, Lehre von der Elektrizität; WÜLLNER, Experimentalphysik; MÜLLER-POUILLET, Physik).

Ein sehr eigenthümliches Instrument ist das von LIPPMANN construirte Capillarelektrometer, welches zur Messung sehr kleiner elektrischer Spannungsunterschiede oder elektromotorischer Kräfte (s. Elektrizität) dient. Eine schematische Zeichnung dieses Apparates liefert Fig. 112. Eine beiderseits offene Röhre  $A$ , die an einem Ende in eine capillare Spitze von ausserordentlich kleinem, innerem Durchmesser ausläuft, wird mit Quecksilber gefüllt und vertical in ein cylindrisches, mit zwei seitlichen Ansätzen versehenes Glasgefäss  $B$  so eingesenkt, dass die Spitze nicht in das den Boden bedeckende Quecksilber eintaucht. Ueber dieser

Quecksilberschicht befindet sich verdünnte Schwefelsäure, die auch zum Theil in die Capillarröhre hineinreicht und den Quecksilbermeniscus in derselben bespült. Der Molekulardruck an dieser stark gekrümmten Quecksilberoberfläche ist es, der dem Druck der Quecksilbersäule in *A* das Gleichgewicht hält. Mit der Quecksilberkuppe steht durch das Quecksilber in *A* der Zuleitungsdraht *C*, mit der Bodenschicht der Zuleitungsdraht *D* in Verbindung. Zwischen diese Drähte wird die zu messende elektromotorische Kraft eingeschaltet, und zwar so, dass der negative Pol mit *C* in Berührung tritt. Die Messung gründet sich auf die Veränderung, welche die Capillaritätsconstante einer Quecksilberelektrode unter dem Einfluss der galvanischen Polarisirung erleidet. Nach der Einschaltung der bezeichneten elektromotorischen Kraft wird für den Augenblick ein elektrischer Strom entstehen, den aber sofort die an den Elektroden auftretende Polarisirung compensirt. In Folge der hierdurch bewirkten Aenderung der Capillaritätsconstante wird der Meniscus sofort seine Stellung ändern, und zwar bei der bezeichneten Schaltung emporsteigen. Die Bewegung der Quecksilberkuppe beobachtet man mittelst Mikroskops und Ocularmikrometers, das gegenüber der Spitze aufgestellt ist. Man beobachtet aber nicht die Verschiebung der Kuppe, sondern bringt den Meniscus durch Ausübung eines Druckes auf die Quecksilberoberfläche in *A* genau in seine frühere Lage und misst an einem seitlich angebrachten Manometer *F* den hierzu nothwendigen Druck, welcher der angewendeten elektromotorischen Kraft proportional ist. Die Ausübung des Druckes geschieht, indem man ein Kautschukgefäß *E*, von dem ein Schlauch zum Ende der Röhre *A* führt, mit einer schraubstockähnlichen Vorrichtung *H* langsam zusammendrückt und so die Luft über dem Quecksilberspiegel comprimirt.

Das Instrument kommt ausser bei vielen physikalischen auch bei manchen physiologischen Untersuchungen in Anwendung.

Pitsch.

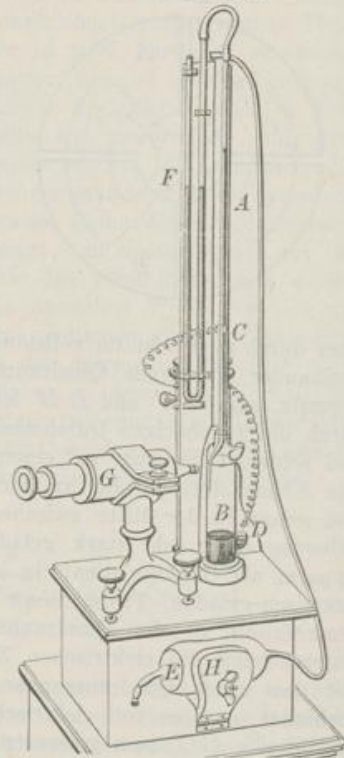
**Elektromotor**, s. Dynamo-elektrische Maschine, Bd. III, pag. 566.

**Elektronegativ**, s. Elektropositiv.

**Elektrophor** (φορεῖν, tragen) ist ein von VOLTA construirter Apparat zur Erzeugung von Elektrizität. Er besteht aus einer an den Rändern gut abgerundeten Blechschüssel, der Form, welche ein Harzkuchen, seltener eine Ebonitscheibe, vollständig ausfüllt. Zur Herstellung eines solchen Harzkuchens erwärmt man ein Gemisch harziger Bestandtheile, z. B. gleicher Theile Colophonium und Schwarzpech, bis zum Schmelzen und giesst es dann in die Schüssel, worauf man sie eine Zeit lang in einen mässig warmen Ofen stellt, damit die in der Masse enthaltenen Luftblasen entweichen können und der Kuchen nach dem Erkalten eine glatte Oberfläche darbietet. Weiters gehört noch zum Elektrophor der sogenannte Deckel, eine Blechplatte von etwas geringerm Durchmesser als die Form und mit gut abgerundeten Rändern. Mit Hilfe eines Glasstieles oder dreier Seidenfäden kann derselbe isolirt auf den Kuchen aufgesetzt und abgehoben werden.

Zum Gebrauch des Apparates reibt man den Kuchen mit einem Thierfell oder Wolle, wobei er an der Oberfläche negativ elektrisch wird. Diese negativ elektrische Schicht

Fig. 112.



wirkt durch Influenz auf die Bodenfläche der Schüssel ein, wodurch die angezogene positive Elektrizität derselben gegen den Kuchen hingezogen wird, während die abgestossene negative durch die als leitend angenommene Unterlage des Elektrophors in die Erde abfließt, so dass die Bodenfläche ausschliesslich positive Elektrizität enthält. Die negative Elektrizität der Oberfläche des Kuchens und die positive des Bodens der Schüssel werden zwar durch die isolirende Substanz des Kuchens an der Vereinigung gehindert, halten sich aber doch durch ihren gegenseitigen Zug fest, so dass eine Zerstreung in die Luft nur sehr langsam vor sich geht. Hierin liegt der Grund, warum ein Elektrophor seine Elektrizität lange Zeit hindurch bewahren kann, eine Eigenschaft, von der er seinen Namen erhalten hat. Um Elektrizität zu erzeugen, legt man den Deckel auf die Oberfläche des Kuchens und berührt hierbei ersteren ableitend mit dem Finger. Durch das Auflegen werden nämlich die Elektrizitäten im Deckel geschieden, die positive an die Unterseite desselben gezogen und hier von der negativen des Kuchens festgehalten, während die abgestossene negative des Deckels durch den Finger in die Erde entweicht. Der Deckel zeigt sich nun positiv geladen, wenn man ihn isolirt abhebt. Man kann seine Elektrizität auf einen anderen Körper übertragen, sie z. B. zur Ladung einer Leydenerflasche verwenden, und dann das Experiment vom neuen vornehmen. Der Kuchen verliert hierbei nichts von seiner Ladung, so dass man in ihm eine fast unerschöpfliche Quelle von Elektrizität zur Verfügung hat. Pitsch.

**Elektroplate** ist versilbertes Neusilber.

**Elektropositiv, elektronegativ.** Bei der Elektrolyse einer chemischen Verbindung nennt man jenen Bestandtheil, der sich an der Kathode ausscheidet, elektropositiv, jenen, der sich an die Anode begibt, elektronegativ. BERZELIUS ordnete, allerdings unter Zuhilfenahme mancher mehr oder weniger willkürlicher Hypothesen, die chemischen Elemente in eine Reihe, die sogenannte *elektrochemische*, in welcher jedes Glied in binärer Verbindung mit einem folgenden elektronegativ, mit einem vorangehenden elektropositiv auftritt. Die Endglieder dieser Reihe sind Sauerstoff, der in allen Verbindungen elektronegativ, und Kalium, das in allen Verbindungen elektropositiv ist. Pitsch.

**Elektroskop** (*σκοπεῖν*, beobachten) ist ein Apparat, welcher zum Nachweis des elektrischen Zustandes von Körpern, nicht aber zur Messung der Intensität desselben geeignet ist.

Der einfachste Apparat dieser Art ist das HENLEY'sche Quadrantenelektroskop, wie es gewöhnlich an den Conductoren von Elektrisirmaschinen zur Untersuchung ihrer Ladung angebracht ist. An einem kleinen Vorsprung einer vertical am Conductor aufgestellten Säule aus leitendem Material hängt an einem Faden eine leichte Kugel, welche im unelektrischen Zustand die Säule berührt. Sobald letztere elektrisch wird, theilt sie auch der Kugel Elektrizität mit, und beide stossen sich ab, so dass das Pendel unter der gleichzeitigen Wirkung dieser Abstossung und der Schwerkraft eine gegen die verticale geneigte Richtung annimmt. Aus der Grösse der Neigung lässt sich ein Schluss auf die Grösse der Abstossung, also auch auf die Stärke der Ladung ziehen. Das Instrument ist natürlich sehr unempfindlich und daher mehr ein Hilfsmittel, um den Conductor zu verschiedenen Zeiten in gleicher Weise laden zu können, als ein Prüfungsmittel für die Grösse der Ladung selbst.

An Stelle eines Pendels verwendet man bei anderen Elektroskopen deren zwei, die sich dann bei gleichzeitiger Ladung abstossen. Ein solches Doppelpendel ist der wesentlichste Bestandtheil der gebräuchlichsten Instrumente. Sie bestehen aus einem flaschenförmigen Glasgehäuse (s. Fig. 113), durch dessen Hals ein Metallstab hindurchgeht, der an seinem oberen Ende eine Kugel, an seinem unteren die beiden Pendel trägt. Je nach der Substanz dieser letzteren spricht man von einem Faden-, Strohhalm-, Goldblattelektroskop, von welchen das letztgenannte als das empfindlichste die grösste Verbreitung besitzt. Das übliche Glasgehäuse ist für Goldblattelektroskope nicht vortheilhaft, indem zuweilen Elektrizität von den Gold-

blättern auf die Glashülle übergeht und die Ladung der letzteren dann zu Unrichtigkeiten in den Angaben des Instrumentes führen kann. Aus diesem Grunde construirt man auch nach BEETZ die Hülle, soweit dies mit dem Zweck des Instrumentes vereinbarlich ist, aus Metall.

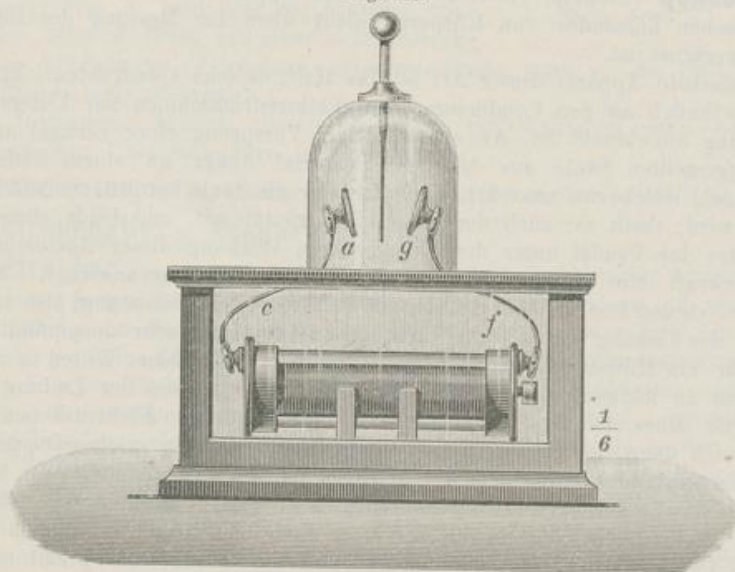
Wegen der grossen Empfindlichkeit der Goldblattelektroskope darf man sie in den meisten Fällen nicht durch directe Berührung mit dem zu untersuchenden Körper, sondern nur durch seine Annäherung, also durch Influenz, laden. Bei der Annäherung eines elektrischen Körpers an den Knopf des Instrumentes tritt nämlich eine Scheidung der Elektricitäten in demselben ein, durch welche die mit der angenäherten Elektricität ungleichnamige angezogen und festgehalten, die gleichnamige aber abgestossen und in die Pendel getrieben wird, die sie zur Divergenz bringt. Eine kurze Berührung des Knopfes mit dem Finger genügt aber, um diese Divergenz durch Ableitung der freien Elektricität, die sie verursacht hat, zu beseitigen. Bei der Entfernung des angenäherten elektrischen Körpers wird sich dann die im Knopf angesammelte ungleichnamige Elektricität auch über die Goldblättchen vertheilen, aus deren Divergenz man einen Schluss auf die Ladung des angenäherten Körpers ziehen kann. Zur Prüfung des elektrischen Zustandes sehr schwach elektrischer Körper, die auch bei directer Berührung mit dem Zuleitungsknopf des Elektroskops keine merkbare Wirkung auf die Goldblättchen ausüben, dient das von VOLTA construirte Condensationselektroskop. Ueber seine Wirkung siehe: Condensator, pag. 246.

Bei dem oben beschriebenen Instrument sind immer zwei Versuche nothwendig, um nicht nur das Vorhandensein der Elektricität, sondern auch die Art derselben

Fig. 113.



Fig. 114.



zu prüfen. Sobald man nämlich die Pendel durch die zu prüfende Elektricitätsmenge zur Divergenz gebracht, muss man noch untersuchen, ob durch

Annäherung eines mit bestimmter, nehmen wir an positiver Elektrizität geladenen Körpers, z. B. einer geriebenen Glasstange, die Divergenz zu- oder abnimmt, ohne dass man aber den Knopf des Elektroskopes hierbei ableitend berührt. Nimmt die Divergenz zu, dann waren die Pendel positiv, nimmt sie ab, negativ geladen, denn durch das Annähern des elektrischen Körpers wurde die mit seiner Elektrizität gleichnamige in die Pendel getrieben, deren Divergenz sie vergrößert oder verkleinert, je nachdem die zugeströmte Elektrizitätsmenge als gleichnamig die in den Blättern bereits vorhandene Ladung vermehrt, oder als ungleichnamig vermindert.

Nur ein einziger Versuch zur vollständigen Prüfung einer Elektrizitätsmenge ist beim BOHNENBERGER'schen von FECHNER verbesserten Elektroskop nothwendig. In gleicher Weise wie die übrigen Elektroskope zwei Goldblätter enthält dieses nur eines (s. Fig. 114), welches in einer unten offenen Glasglocke, die auf einem Holzkasten mit Glasfenstern aufruhrt, in der Mitte zwischen zwei Metallscheiben *a* und *g* herabhängt. Letztere sind die Pole einer trockenen oder ZAMBONI'schen Säule, die sich im Holzkasten befindet und durch ihre Wirkung stets die eine Scheibe positiv, die andere negativ elektrisch erhält. Das Goldblättchen nimmt zwischen ihnen eine Stelle ein, an der es von beiden gleich stark angezogen wird und daher in Ruhe bleibt. Theilt man ihm aber eine kleine Elektrizitätsmenge mit, so wird es sofort von dem gleichartig geladenen Pol abgestossen, von dem anderen angezogen und daher aus seiner Gleichgewichtslage abgelenkt. Je nachdem sich dabei das Goldblatt dem positiven oder negativen Pol nähert, muss es mit negativer oder positiver Elektrizität behaftet sein. HANKEL ersetzte die nicht immer gleichmässig wirkende trockene Säule durch eine grosse Anzahl sehr kleiner Kupfer-, Wasser-, Zinkelemente und bestimmte den Ausschlag des Goldblattes mittelst eines Mikroskops mit Ocularmikrometer. In dieser Einrichtung ist dann das Instrument bereits ein zu Messungen geeignetes Elektrometer.

S. auch Elektrometer.

Pitsch.

**Elektrotherapie.** Die Elektrizität wurde von jeher zu Heilzwecken verwendet, aber aus dem Stadium der Empirie trat sie erst 1856, seitdem REMAK durch systematische Untersuchungen die wissenschaftliche Grundlage geschaffen hatte. Gegenwärtig benützt man die Wirkung elektrischer Ströme in dreierlei Richtungen.

1. Man applicirt elektrische Ströme auf die unverletzte Haut, um physiologische Wirkungen auf Nerven und Muskeln zu erzielen. Diese Wirkungen sind je nach der Art der angewendeten Ströme qualitativ und quantitativ verschieden und man unterscheidet: *a*) Galvanotherapie, bei welcher galvanische Batterien zur Anwendung kommen, mit Nebenapparaten zur Abstufung, Schliessung und Oeffnung, Richtung, Messung und Leitung des Stromes; *b*) Faradotherapie, bei welchen der Inductionsapparat mit Leitungsschnüren und Elektroden der wesentliche Behelf ist; *c*) Franklinotherapie, welche sich der statischen oder Reibungselektrizität der Elektrisirmaschine, Leydenerflasche und HOLTZ'schen Influenzmaschine bedient. Die ausgedehnteste Anwendung findet die Galvanotherapie, weil sie die exacteste und schmerzlos ist; die Faradisation wird vorzüglich angewendet, um locale Wirkungen zu erzielen; über das Geltungsgebiet der Franklinisation endlich, welche zwar die älteste Methode ist, nach Entdeckung des Galvanismus aber verlassen und erst in neuester Zeit wieder aufgenommen wurde, sind noch nicht genügend sichere Erfahrungen gesammelt.

2. Man benützt die chemischen Wirkungen des galvanischen Stromes zur Zersetzung pathologischer Flüssigkeiten und Gewebe oder zur Erzeugung von Blutgerinnseln. Die elektrolytische Wirkung wird erzielt, indem man die Elektroden auf die befeuchtete oder besser ihrer Oberhaut beraubte Haut aufsetzt (Galvanolyse) oder indem man nadelförmige Elektroden einsticht (Galvanopunctur).

3. Man bedient sich der thermischen Wirkungen des elektrischen Stromes, um Platindrähte oder -bleche glühend zu machen, mit denen man dann die verschiedenartigsten Operationen ausgeführt. Die wesentlichen Vorzüge dieser Methode sind,

dass starke Blutungen vermieden werden und dass man sich derselben auch an Oertlichkeiten bedienen kann, welche dem Messer schwer oder gar nicht zugänglich sind. Ein Nachtheil derselben ist, abgesehen von der Kostspieligkeit des Apparates, die schwierigere Heilung der Wunde.

**Elektrotonus** ( $\tau\acute{o}\nu\omicron\varsigma$ ) ist der Zustand, in welchem sich ein von einem constanten galvanischen Strom durchflossener Nerv oder Muskel befindet.

**Elektrum** = Bernstein (Bd. II, pag. 224).

**Elementaranalyse.** Die Elementaranalyse beschäftigt sich mit der Ermittlung der elementaren Zusammensetzung organischer Verbindungen, und zwar geschieht dies in allen Fällen durch Verbrennung der organischen Substanz und Untersuchung, resp. Bestimmung der gebildeten Producte. Die natürlich vorkommenden organischen Substanzen enthalten nur eine geringe Anzahl der existirenden Elemente und bestehen zur Hauptsache aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, denen sich noch Stickstoff und in geringerer Verbreitung Schwefel und Phosphor anreihen; durch chemische Hilfsmittel lassen sich jedoch noch viele andere Elemente in organische Verbindungen einführen, so die Halogene: Chlor, Brom, Jod, ferner Arsen und verschiedene andere Metalloide und Metalle.

Wie bei der anorganischen, so geht auch bei der organischen Analyse der quantitativen Bestimmung der einzelnen Bestandtheile zweckmässig die qualitative Prüfung voraus. Die nichtflüchtigen Stoffe — besonders die Metalle — lassen sich nach dem Verbrennen der Substanz in der Asche nach den gewöhnlichen Methoden nachweisen; zum Nachweis der übrigen Stoffe bedient man sich folgender Methoden:

#### 1. Prüfung auf Kohlenstoff.

Kohlenstoffhaltige organische Körper verbrennen beim Erhitzen meist mit Flamme; sind dieselben im Verhältniss zum vorhandenen Sauerstoff sehr reich an Kohlenstoff, so können sie sich beim Erhitzen vorübergehend schwärzen oder unter Abscheidung schwer verbrennlicher Kohle zersetzen. Kohlenstoffarme Substanzen, wie Ameisensäure und Oxalsäure etc., zersetzen sich beim Erhitzen ohne Schwärzung. Zum Nachweis von Kohlenstoff in einer Verbindung mengt man dieselbe mit Kupferoxyd, erhitzt das Gemenge zum Glühen und leitet die entweichenden Gase durch Kalk- oder Barytwasser; die bei Anwesenheit von Kohlenstoff gebildete Kohlensäure gibt sich durch Trübung des Reagens zu erkennen.

#### 2. Prüfung auf Wasserstoff.

Erhitzt man die vorher scharf getrocknete Substanz mit frisch geglühtem Kupferoxyd, so gibt das Auftreten von Wasser die Anwesenheit von Wasserstoff an.

#### 3. Prüfung auf Stickstoff.

Stickstoffreiche organische Substanzen entwickeln beim Verbrennen einen eigenthümlichen, empyreumatischen Geruch, wie er beim Verbrennen von Horn, Haaren etc. wahrgenommen wird; Verbindungen, welche Oxydationsstufen des Stickstoffs (z. B. die Nitrogruppe  $\text{NO}_2$ ) enthalten, verpuffen meistens beim Erhitzen unter Ausgabe von salpetrigen Dämpfen. Die meisten stickstoffhaltigen Körper entwickeln beim Glühen mit Natronkalk Ammoniak, welche Methode auch zur quantitativen Bestimmung des Stickstoffes Anwendung gefunden hat; geringere Mengen Stickstoff in einer Verbindung lassen sich in der Weise nachweisen, dass man die zu untersuchende Substanz mit einer kleinen Menge metallischen Natriums oder Kaliums in einem engen Probirglase zusammenschmilzt, wobei sich Cyanmetalle bilden, die erkaltete Masse mit Wasser auszieht, die Flüssigkeit filtrirt und mit einer oxydhaltigen Eisenvitriollösung versetzt. Säuert man nun die Flüssigkeit mit Salzsäure an, so scheidet sich — bei Gegenwart grösserer Mengen Stickstoffes sofort, bei Anwesenheit von Spuren erst nach längerer Zeit — Berlinerblau ab.

#### 4. Prüfung auf Schwefel und Phosphor.

Zu diesem Zwecke oxydirt man die Substanz durch Behandlung mit rauchender Salpetersäure oder einem Gemische von Salzsäure und Kaliumchlorat, oder auch



durch Zusammenschmelzen mit Soda und Salpeter und Prüfung auf eventuell gebildete Schwefelsäure oder Phosphorsäure nach den Methoden der anorganischen Analyse.

#### 5. Prüfung auf Halogene.

Man erhitzt die Substanz mit reinem Aetzkalk, löst die Masse in verdünnter Salpetersäure und prüft das Filtrat mit Silbernitrat, oder man zersetzt die Substanz mit rauchender Salpetersäure, verdünnt mit Wasser und prüft ebenfalls mit Silbernitratlösung.

Die Anwesenheit anderer Stoffe lässt sich nach Zerstörung der organischen Substanz durch Schmelzen mit Soda und Salpeter nach den gebräuchlichen Methoden der anorganischen Analyse nachweisen.

**Quantitative Analyse.** Die Elementaranalyse im engeren Sinne umfasst die Methoden zur Ermittlung des Gehaltes der organischen Substanzen an Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff; der Kohlenstoff wird durch Verbrennung in Kohlensäure übergeführt, der Wasserstoff in Wasser, der Stickstoff entweder gasförmig abgeschieden und gemessen oder in Ammoniak übergeführt und als solches bestimmt. Die Methoden zur Bestimmung dieser Bestandtheile sind äusserst genau ausgearbeitet und allen vorkommenden Fällen angepasst, indessen folgt man im Princip noch heute der von LIEBIG, dem Begründer unserer heutigen Elementaranalyse, gegebenen Vorschrift.

Wenn man aus den Resultaten der Analyse einen Schluss auf die Natur der vorliegenden Substanz zu ziehen hat, so ist natürlich die vollkommene Reinheit der Substanz erstes Erforderniss und hat man sich von dieser durch Controlirung des Siede-, resp. Schmelzpunktes und Untersuchung der Krystallform zu überzeugen; anhaftende hygroskopische Feuchtigkeit entfernt man durch Trocknen der Substanz in einem Exsiccator über concentrirter Schwefelsäure oder Phosphorsäureanhydrid, oder Erhitzen auf 100°, eventuell im luftleeren Raume, oder in einem Strome vorher getrockneter Luft.

**Bestimmung von Kohlenstoff und Wasserstoff.** Substanzen, welche nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, verbrennt man mit granulirtem Kupferoxyd in einer schwer schmelzbaren Glasröhre von böhmischem Kaliglas, welche an einem Ende zu einer bajonettförmigen Spitze ausgezogen ist. In diese Röhre (Fig. 115) füllt man von *a—b* Kupferoxyd, schüttet sodann die Substanz hinein, füllt noch etwas Kupferoxyd nach und mischt das Kupferoxyd mit der Substanz möglichst innig durch Umrühren mit einem am unteren Ende korkzieherartig gewundenen Drahte, dem sogenannten Mischdrahte (Fig. 116), hierauf füllt man wieder etwas Kupferoxyd nach, spült in diesem etwa

Fig. 115.

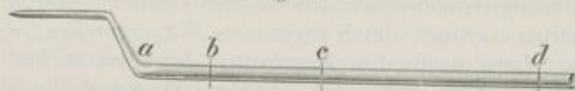


Fig. 116.

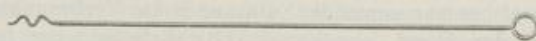


Fig. 117.



Fig. 118.



am Drahte haftende Spuren der Substanz ab und füllt sodann das Rohr mit reinem Kupferoxyd vollständig an; im Rohre befindet sich jetzt von *a—b* Kupferoxyd, von *b—c* Mischung von Kupferoxyd mit Substanz und von *c—d* wieder reines Kupferoxyd. Das so vorgerichtete Verbrennungrohr wird am vorderen offenen Ende durch einen vorher getrockneten Stopfen geschlossen, in dessen Durchbohrung ein Chlorealciumrohr eingefügt ist; diese Rohre haben verschiedene Gestalt, Fig. 117 und 118, und sind mit gekörntem reinem Chlorealcium gefüllt;

dieselben werden vor und nach der Verbrennung gewogen und zeigen durch ihre Gewichtszunahme die Menge des gebildeten Wassers an, welches in ihnen vollständig zurückgehalten wird.

Das Chlorealciumrohr ist sodann mit einem sogenannten Kaliapparate verbunden, welcher durch seine Gewichtszunahme nach der Verbrennung die Quantität der gebildeten Kohlensäure angibt. Der von LIEBIG construirte Kaliapparat besteht aus 5 Kugeln, welche in der aus Fig. 119 ersichtlichen Weise angeordnet sind; die Gase, welche bei *a* eintreten, müssen bei ihrem Durchgange durch den Apparat viermal die Absorptionsflüssigkeit passiren, und verwendet man als solche eine Auflösung von 1 Th. Kalihydrat in 2 Th. Wasser. Die von GEISSLER construirten Kaliapparate (Fig. 120) bieten mehr Sicherheit für vollständige Absorption, gegen das Zurücksteigen der Flüssigkeit und sind bequemer in der Handhabung. Um zu vermeiden, dass beim Durchgange des Gases durch den Apparat der Kalilauge Wasser entführt werde, verbindet man den Kaliapparat mit einem mit Aetzkalkstücken gefüllten Glasrohre (Fig. 120 *a*), welches sowohl Wasserdampf, als die letzten Spuren unabsorbirt gebliebener Kohlensäure zurückhält.

Fig. 119.

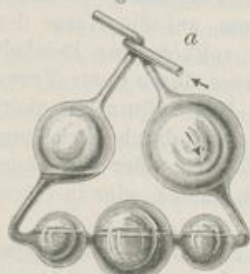


Fig. 120.



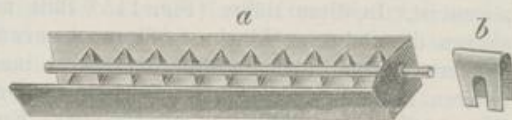
Fig. 122.



Fig. 121.



Fig. 123.



Das Einbringen der zu analysirenden Substanz in das Verbrennungsrohr geschieht, wenn ein fester Körper vorliegt, durch sogenannte Wägeröhrchen, welche zuvor mit der Substanz und dann nach dem Einschütten derselben in das Verbrennungsrohr wieder gewogen werden und durch den Gewichtsverlust die Menge der angewandten Substanz angeben, oder man wägt die Substanz auf einem Platin- oder Porzellanschiffchen ab, welches man sammt der Substanz in das Verbrennungsrohr einführt; man verwendet in der Regel annähernd 0.3 g Substanz zur Analyse. Flüssige, nicht flüchtige Substanzen werden in einem kleinen Glasbecherehen abgewogen und mit diesem in's Verbrennungsrohr eingebracht, flüchtige Flüssigkeiten wägt man in einem ausgezogenen kleinen Glaskügelchen von der Form Fig. 121, dessen Spitze nach dem Füllen zugeschmolzen und erst beim Einfüllen in das Verbrennungsrohr abgebrochen wird.

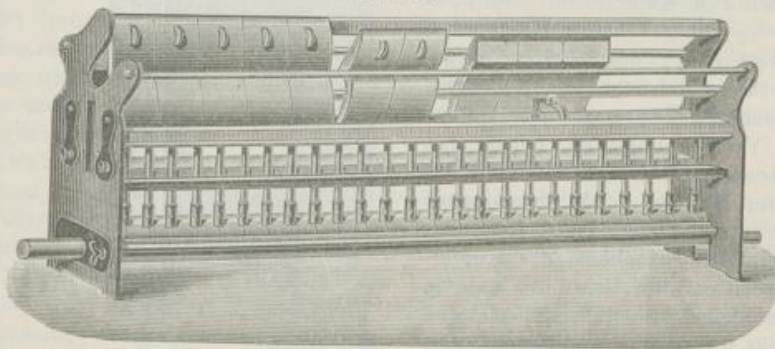
Das zur Analyse verwendete Kupferoxyd wird zur Entfernung aller Feuchtigkeit in einem Kupfertiegel ausgeglüht und noch heiss in ein birnförmiges Glasgefäß eingefüllt, welches durch einen mit Chlorealciumrohr versehenen Stopfen geschlossen ist (Fig. 122), so dass das Kupferoxyd beim Erkalten keine Feuchtigkeit anziehen kann; auch das zur Verbrennung zu benutzende Verbrennungsrohr wird vor dem Füllen mit heissem Kupferoxyd ausgespült und durch ein aufgesetztes Chlorealciumrohr vor Feuchtigkeit geschützt. Das Füllen des Rohres mit Substanz

und Kupferoxyd geschieht möglichst schnell, um keine Veranlassung zur Aufnahme von Feuchtigkeit zu geben.

Das in vorher beschriebener Weise gefüllte Rohr wird nun in den Verbrennungsöfen gelegt und mit den Absorptionsapparaten verbunden.

Zum Erhitzen des Verbrennungsröhres benutzte LIEBIG einen mit Holzkohlen heizbaren Ofen (Fig. 123), welcher aus einem kastenförmigen Gefäß *a* aus Eisenblech mit schrägen Wänden und einem rostartig durchbrochenen Boden bestand; zwischen je zwei Ausschnitten des Bodens waren Träger aus starkem Eisenblech angebracht, auf welche die Verbrennungsröhre, unterstützt durch eine Rinne von Eisenblech, zu liegen kam. Durch verschiebbare Schirme *b* aus Eisenblech konnte man die Hitze von gewissen Theilen des Rohres abhalten; diese Öfen sind der Anwendung des Leuchtgases in den Laboratorien entsprechend nur noch wenig in Gebrauch. Mit Gas heizbare Verbrennungsöfen sind von vielen Chemikern, so von ERLÉNMEYER, GLASER, HOFMANN etc., in den verschiedensten Formen construirt und empfohlen worden; Fig. 124 zeigt einen Verbrennungsöfen ERLÉNMEYER'scher Construction, der sich besonderer Verbreitung erfreut. Der Ofen besitzt eine Länge von 75—90 cm und wird durch BUNSEN'sche Brenner geheizt, deren jeder mit einem besonderen Hahn und einer Luftregulirungsvorrichtung versehen ist; diese Brenner sind auf ein weites Gaszuleitungsrohr aufgeschraubt, welches sich in dem Gestell in verticaler Richtung verstellen lässt, so dass man die Flammen in beliebige Entfernung von der Verbrennungsröhre bringen kann, diese selbst liegt in einer Rinne von gebranntem Thon oder in einer mit Asbest ausgefütterten Eisenrinne.

Fig. 124.



Die Flamme wird durch schräg aufgestellte Thonkacheln zusammengehalten und ist dadurch gezwungen, die Röhre auch von oben zu bestreichen. Durch Auf- oder Zuklappen der Thonkacheln gelingt es, die Temperatur auf der gewünschten Höhe zu halten. Bei Ausführung der Analyse erhitzt man zunächst den hintersten Theil der Röhre, um ein Ansammeln der Verbrennungsproducte an dieser Stelle zu vermeiden und dann von vorne anfangend die ganze Röhre nach und nach bis zur Zersetzung der organischen Substanz; nach Vollendung der Zersetzung — was etwa  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Stunden Zeit in Anspruch nimmt — leitet man reinen trockenen Sauerstoff durch die Röhre, indem man über die Spitze des bajonettförmigen Endes einen Gummischlauch überzieht, welcher mit einem Sauerstoffgasometer in Verbindung steht, und hierauf die Spitze des Rohres abbricht; nachdem durch den Sauerstoff das durch Verbrennung der organischen Substanz zum Theil zu Kupfer reducirte Kupferoxyd wieder oxydirt ist, löscht man die Flammen und leitet zur Verdrängung des Sauerstoffs mittelst eines mit Luft gefüllten Gasometers einen Strom reiner atmosphärischer Luft durch den ganzen Apparat.

Aus der Gewichtszunahme der Absorptionsapparate, d. h. aus der Menge der gebildeten Kohlensäure und des Wassers, berechnet man den Gehalt der Substanz

an Kohlenstoff und Wasserstoff. Das Sauerstoffgas und die atmosphärische Luft, welche bei Beendigung der Verbrennung durch den Apparat geleitet werden, müssen von Kohlensäure und Feuchtigkeit zuvor vollständig befreit sein; zu diesem Zwecke lässt man dieselben vor ihrem Eintritte in das Verbrennungsrohr einen Wasch- und Trockenapparat passiren, welcher mit Schwefelsäure, Kalilauge, Chlorecalcium und Aetzkalkstücken gefüllt ist. Die ganze Anordnung der Verbrennung zeigt Fig. 125, bei welcher *A* den Wasch- und Trockenapparat, *B* den Verbrennungssofen mit Rohr, *C* das Chlorcalciumrohr und *D* den Kaliapparat bezeichnet. (Um die Zeichnung zu vereinfachen, ist ein LIEBIG'scher Ofen gezeichnet.)

Bei Substanzen, welche sehr schwer verbrennlich sind, genügt die oxydirende Wirkung des Kupferoxydes allein nicht zur Verbrennung; derartige Substanzen verbrennt man mit Kupferoxyd in einem an beiden Enden offenen Rohre gleich von Anfang an in einem Strome reinen Sauerstoffs. Bei dieser Anordnung schliesst man das an beiden Enden offene Verbrennungsrohr vorn durch einen lockeren Bausch von Kupferdraht, füllt es zu circa  $\frac{2}{3}$  mit gekörntem Kupferoxyd und hindert dieses durch einen aufgesetzten lockeren Asbestbausch am Herausfallen; hierauf erhitzt man das Kupferoxyd im Verbrennungssofen, indem man einen Strom trockener Luft durch das mit einem Stopfen und eingesetztem Glasrohr verschlossene hintere Ende des Rohres einleitet. Nachdem das Kupferoxyd wieder erkaltet ist, führt man in einem Schiffehen die Substanz ein und erhitzt das Kupferoxyd und hierauf vorsichtig die Substanz bis zu völliger Verbrennung, wobei man einen Strom von reinem Sauerstoff durch das Rohr streichen lässt. Dieses Verfahren hat den Vortheil, dass man das Rohr zu mehreren Verbrennungen benutzen kann und dass dasselbe sofort wieder zur neuen Analyse vorgerichtet ist, indem man nur das Schiffehen durch ein zweites mit der abgewogenen Substanz versehenes zu ersetzen braucht, um nach neuer Beschickung der Absorptionsapparate zur Analyse schreiten zu können.

Schwer verbrennliche Körper verbrennt man auch mit Bleichromat (dem zur Erhöhung der oxydirenden Wirkung noch  $\frac{1}{10}$  seines Gewichts Kaliumdichromat zugesetzt werden kann), welches bei genügender Hitze schmilzt und dabei Sauerstoff entwickelt; das gekörnte Bleichromat wird ebenfalls vorher ausgeglüht und geschieht die Beschickung des Rohres in derselben Weise, wie bei Verwendung von Kupferoxyd.

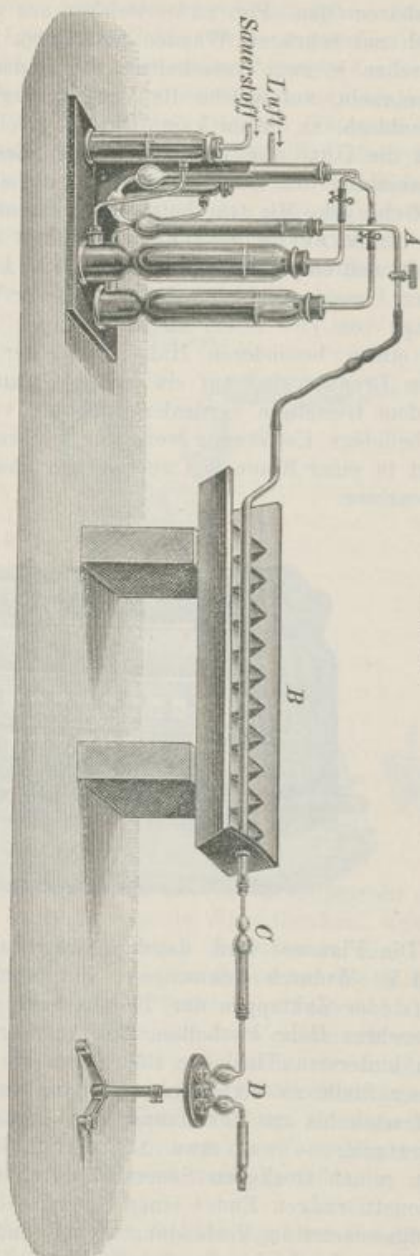


FIG. 125.

Organische Substanzen, welche Schwefel enthalten, würden bei der Verbrennung mit Kupferoxyd schwefelige Säure liefern, welche ebenfalls von der Kalilauge absorbiert würde; man verbrennt dieselben daher mit Bleichromat, wobei sich nicht flüchtiges Bleisulfat bildet, welches in der Röhre verbleibt.

Substanzen, welche Chlor (Brom, Jod) enthalten, können bei der Verbrennung mit Kupferoxyd und Sauerstoff flüchtiges Kupferchlorür oder auch freies Chlor liefern, welche beide das Gewicht der Absorptionsapparate vermehren würden; man vermeidet diesen Uebelstand, indem man in den vorderen Theil der entsprechend länger gewählten Verbrennungsröhre eine circa 20 cm lange Spirale von metallischem Silber vorlegt, welche selbst bei Rothgluth das Chlor (Brom, Jod) zurückhält. Bei Anwendung von Bleichromat sind keine derartigen Vorsichtsmaßnahmen nöthig, da das gebildete Chlorblei bei der Temperatur der Verbrennung nicht flüchtig ist.

Bei der elementaranalytischen Verbrennung stickstoffhaltiger Substanzen entweicht der Stickstoff entweder als solcher gasförmig oder in Gestalt seiner Oxydationsstufen; da nun letztere von der Kalilauge zurückgehalten werden, so muss man dem Auftreten dieser vorbeugen. Oxydationsprodukte des Stickstoffs entweichen besonders dann, wenn die Verbindung bereits Stickstoff in Verbindung mit Sauerstoff (z. B. Nitrogruppen) enthielt, sowie bei Verbrennung mit Bleichromat oder im Sauerstoffstrom. Man vermeidet diesen Uebelstand, indem man vorn in's Verbrennungsrohr eine ca. 20 cm lange Schicht von metallischem Kupfer in Gestalt von Rollen aus blankem Kupferdraht oder Blech einbringt und diese während der Analyse im starken Glühen erhält. Das glühende Kupfer entzieht den Oxydationsstufen des Stickstoffs den Sauerstoff und der Stickstoff entweicht gasförmig, wird somit von den Absorptionsapparaten nicht zurückgehalten.

Bei Verbrennung der Verbindungen organischer Säuren mit den Alkalien oder alkalischen Erden bleibt ein Theil der gebildeten Kohlensäure an diese gebunden zurück und entzieht sich der Absorption im Kaliapparate, man kann dieselben daher nicht mit Kupferoxyd verbrennen; die Verbrennung mit Bleichromat gibt dagegen richtige Werthe.

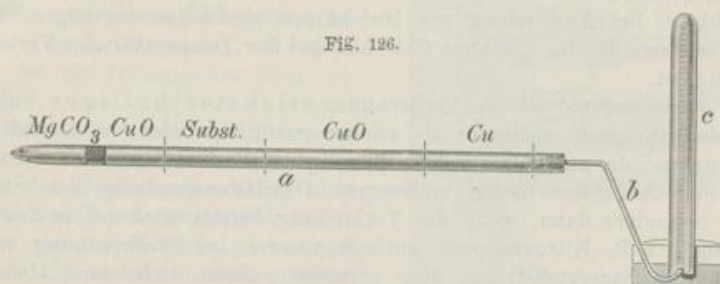
**Bestimmung des Stickstoffs.** Die Ermittlung des Gehaltes einer Substanz an Stickstoff geschieht meist durch einen besonderen Versuch und wird diese entweder durch Abscheidung des Stickstoffes in gasförmiger Gestalt und Messen des Volumens, oder durch Ueberführung in Ammoniak — sei es durch Verbrennung mit Natronkalk nach der Methode von VARRENTRAPPE und WILL oder nach der Methode von KJELDHAL durch Behandlung mit rauchender Schwefelsäure — und Bestimmung des gebildeten Ammoniaks vorgenommen.

Die Bestimmung des Stickstoffs in gasförmiger Gestalt nach der Methode von DUMAS geschah in der Weise, dass die Substanz in einem mit Kohlensäure gefüllten Verbrennungsrohr mit Kupferoxyd und vorgelegtem metallischem Kupfer nach Art einer gewöhnlichen Elementaranalyse verbrannt, das entwickelte Gas über Quecksilber aufgefangen, durch Kalilauge von der Kohlensäure befreit und das Volumen des übrig bleibenden Stickstoffs gemessen wurde. Jetzt ist die Methode etwas vereinfacht, man fängt das Gas direct über Natronlauge auf und ist das Verfahren kurz folgendes:

In das circa 80 cm lange, am hinteren Ende zugeschmolzene Verbrennungsrohr *a*, Fig. 126, bringt man zunächst eine circa 10 cm lange Schicht von pulverisirtem trockenem Natriumbicarbonat oder Magnesit, führt sodann einen lockeren Asbeststopfen ein, um eine Verunreinigung des Kupferoxyds mit dem Carbonat zu verhindern und beschickt sodann das Rohr in der gewöhnlichen Weise (aus der Zeichnung ersichtlich) mit Kupferoxyd, Substanz, Kupferoxyd und metallischem Kupfer. Das Verbrennungsrohr ist an seinem vorderen Ende mit einem durchbohrten Stopfen geschlossen, welcher das zur Ableitung der entwickelten Gase bestimmte Rohr *b* trägt; dieses mündet in einer Schale unter Natronlauge (circa 10procentiger) und über seine Mündung wird das zum Auffangen und Messen be-

stimmte (ebenfalls mit Natronlauge gefüllte), calibrierte Rohr *c* übergestülpt. Das im Verbrennungsofen befindliche Rohr wird nun zunächst am hinteren Ende erhitzt, bis durch die entwickelte Kohlensäure die atmosphärische Luft vollständig aus dem Rohre verdrängt ist, sodann erhitzt man die Kupferspiralen zum Glühen und verfährt nun weiter, wie bei einer gewöhnlichen Verbrennung; ist dieselbe beendet, so treibt man den noch im Rohre befindlichen Stickstoff durch abermaliges Erhitzen des Carbonats vollständig in das Messrohr über, lässt das aufgefangene Stickgas bis zur völligen Absorption der ihm beigemischten Kohlensäure mit der Natronlauge in Berührung und führt sodann das Messrohr — indem man die untere

Fig. 126.



Oeffnung mit dem Daumen oder einem geeigneten Löffelchen verschliesst — in einen mit Wasser gefüllten Cylinder über. Nachdem das Gas im Messrohre die Temperatur des äusseren Raumes angenommen, bringt man das Wasser im Rohre und das im äusseren Cylinder auf das gleiche Niveau und liest das Volumen des Stickstoffes unter Beobachtung von Temperatur und Barometerstand ab. Ist  $V$  das abgelesene Volumen,  $t$  die Temperatur,  $b$  der Barometerstand,  $w$  die Tension des Wasserdampfes und  $s$  das Gewicht der angewandten Substanz, so ergibt sich der Procentgehalt der verbrannten Substanz an Stickstoff aus der Formel:

$$\text{Proc. N} = \frac{100 \cdot V \cdot b - w}{S \cdot 760 (1 \times 0.003665 \cdot t)} \cdot 0.0012562.$$

Im Buchhandel existiren Tabellen (z. B. von KOHLMANN und FRERICHS), denen die Werthe von  $\frac{b-w}{760 (1 \times 0.003665 \cdot t)} \cdot 0.0012562$  für eine Reihe von Barometerständen und Temperaturen direct entnommen werden können.

Um das beim Füllen des Messrohres mit Lauge nach diesem Verfahren nicht zu umgehende Beschmutzen der Hände mit Lauge zu beseitigen, sind verschiedene Apparate, so von HANKO, ZULKOWSKI, SCHWARZ, LUDWIG, STÄDEL, SCHMITT etc. construirt worden.

Eine einfache Vorrichtung der Art beschreibt ILINSKI (Ber. XVII, 1347); bei dem von SCHIFF empfohlenen Apparate (Fig. 127) wird das Gas über 50procentiger Kalilauge aufgefangen und gemessen, wobei man dasselbe als trocken betrachten kann. Das Gas tritt bei *a* aus dem Verbrennungsrohr ein und wird in dem Messrohr *b* gemessen, indem man nach beendigter Verbrennung den Quetschhahn bei *a* schliesst und durch Verschieben des Niveaufässes *d* die Flüssigkeit in diesem und dem Messrohre auf gleiches Niveau bringt.

Ueber volumetrische Bestimmung von Stickstoff in gewissen Substanzen durch Behandlung mit Bromlauge s. unter Harnstoffbestimmungsmethoden.

In vielen stickstoffhaltigen Substanzen kann der Gehalt an Stickstoff auch nach der Methode von VARRENTRAPPE und WILL durch Erhitzen mit Natronkalk als Ammoniak bestimmt werden; man bringt zu diesem Zwecke in die, an einem Ende zu einer aufwärts gebogenen Spitze ausgezogene, circa 50 cm lange Verbrennungsröhre zunächst grobkörnigen Natronkalk, sodann ein Gemisch von Natronkalk mit der Substanz und füllt sodann das Rohr mit Natronkalk, welcher vorher ausgeglüht sein muss, vollständig an. Am vorderen Ende wird das Rohr mit einem

durchbohrten Stopfen geschlossen, welchem eine WILL-VARRENTRAPP'sche Absorptionsbirne eingefügt ist; diese letztere ist mit verdünnter Salzsäure oder mit einer bestimmten Menge titrirter Normalssäure beschickt (Fig. 128). Die Röhre wird in einem Verbrennungsofen in gleicher Weise, wie bei Analysen mit Kupferoxyd, erhitzt und das nach der Verbrennung noch im Rohre befindliche Ammoniak nach dem Abbrechen der Spitze des Rohres durch Verbindung der Absorptionsbirne mit einem Aspirator in diese übergeführt. Das gebildete Ammoniak wird entweder als Platinsalmiak gewogen oder bei Anwendung einer titrirten Säure als Absorptionsflüssigkeit durch Rücktitriren dieser bestimmt.

Fig. 127.

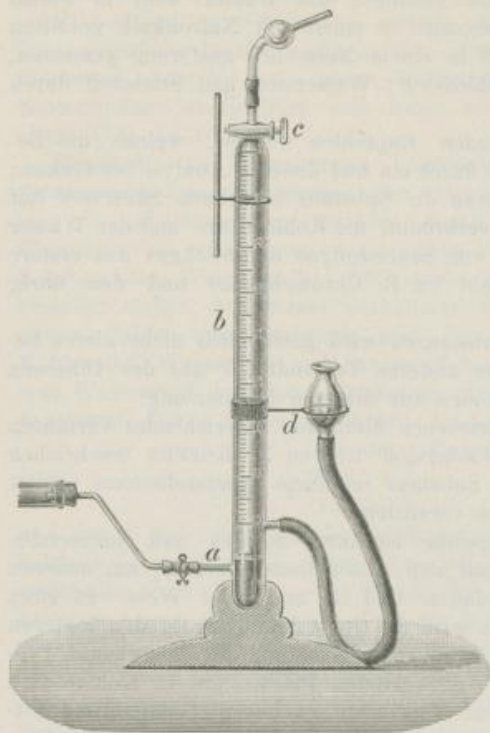


Fig. 128.



Das vorbeschriebene WILL-VARRENTRAPP'sche Verfahren ist jedoch nicht von allgemeiner Anwendbarkeit, indem Substanzen, welche den Stickstoff zum Theil an Sauerstoff gebunden enthalten (Nitro- und Nitroverbindungen), sowie die Azo- und Diazoverbindungen beim Glühen mit Natronkalk ihren Stickstoff nur zum Theil, oder auch gar nicht, als Ammoniak ausgeben und verschiedene andere Körper beim Glühen mit Natronkalk den Stickstoff in Gestalt organischer Basen entlassen; so entwickelt Indigo beim Glühen mit Natronkalk Anilin.

Bei Verwendung eines Gemisches von Natronkalk mit Natriumformiat und Natriumhyposulfit an Stelle des reinen Natronkalkes soll sich nach ARNOLD der Stickstoff in sämtlichen Substanzen — selbst Nitraten — als Ammoniak bestimmen lassen.

Nach der Methode von KJELDAHL wird der stickstoffhaltige Körper mit rauchender Schwefelsäure bis zur gänzlichen Zerstörung der organischen Substanz erhitzt, das gebildete Ammoniak nach dem Verdünnen der Flüssigkeit mit Wasser durch Uebersättigen mit Natronlauge und Destilliren übergetrieben, sowie durch Aufhängen in Normalssäure und nachträgliches Titriren dieser bestimmt.

Die Zerstörung der Substanz, die bei schwer zersetzlichen Körpern, wie Eiweissstoffen etc., eine Dauer von 5 Stunden und mehr in Anspruch nehmen kann, wird durch Zusatz geringer Mengen von Metallsalzen (z. B. des Quecksilbers, Kupfers, Platins) erheblich beschleunigt. Mit Sauerstoff verbundener Stickstoff lässt sich auch nach dieser Methode nicht in Ammoniak überführen, doch soll dies durch Zusatz von Substanzen hohen Kohlenstoffgehaltes, wie Zucker und besonders Benzoëssäure, mit Leichtigkeit gelingen.

Die elementar-analytische Bestimmung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff in explosiven Substanzen lässt sich nur unter besonderen Vorsichtsmassregeln ausführen; am zweckmässigsten ist das Verfahren von HEMPEL, nach welchem Nitroglycerin, Schiessbaumwolle etc. gefahrlos verbrannt werden können. Hierbei

wird die Substanz in einer mittelst der TÖPLER'schen Quecksilberluftpumpe luftleer gepumpten Verbrennungsröhre mit Kupferoxyd und vorgelegtem metallischem Kupfer in gewöhnlicher Weise verbrannt und die Verbrennungsproducte werden mit der Pumpe aus dem Rohre gesaugt; das Wasser wird in einem U-förmigen Chlorcalciumröhre, die Kohlensäure in einem mit Natronkalk gefüllten Rohre zurückgehalten und der Stickstoff in einem Messrohre gasförmig gemessen. Man kann mit Hilfe dieser Methode Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff durch eine einzige Analyse ermitteln.

Es sind weiterhin verschiedene Methoden empfohlen worden, welche die Bestimmung der genannten 3 Bestandtheile durch ein und dieselbe Analyse bezwecken; dieselben beruhen meist darauf, dass man die Substanz in reinem Sauerstoff mit Kupferoxyd etc. in gewöhnlicher Weise verbrennt, die Kohlensäure und das Wasser wie gewöhnlich absorbirt, dem Gemisch von Sauerstoffgas und Stickgas das erstere durch geeignete Absorptionsmittel entzieht (z. B. Chromchlorür) und den übrig bleibenden Stickstoff misst.

Der Sauerstoff der organischen Substanzen wird gewöhnlich nicht direct bestimmt, sondern nach Ermittlung aller anderen Bestandtheile aus der Differenz erhalten; es existiren jedoch auch Methoden zur directen Bestimmung.

Ein von den im Vorstehenden beschriebenen Methoden abweichendes Verfahren zur Bestimmung von Kohlenstoff und Wasserstoff ist von F. KOPFER beschrieben worden. Nach dieser Methode wird die Substanz in einem Sauerstoffströme erhitzt und die Verbrennung durch Platinasbest vermittelt.

Das circa 50 cm lange Verbrennungsrohr ist durch Stopfen und eingesetztes Rohr an einem Ende wie gewöhnlich mit den Absorptionsapparaten, am anderen Ende mit dem Sauerstoffgasometer verbunden und in geeigneter Weise zu circa  $\frac{2}{3}$  mit Platinasbest gefüllt. Die Substanz wird in einem Schiffchen in den hinteren Theil des Rohres eingeführt und durch Erhitzen verflüchtigt, die gasförmigen Producte werden im Sauerstoffströme von dem erhitzten Platinasbest in Kohlensäure und Wasser übergeführt, was bereits bei einer nicht zu hohen Temperatur stattfindet; der Vortheil der Methode liegt in dem geringen Gasverbrauch, da die Verbrennung mit 4 Bunsenbrennern ausgeführt wird und ferner darin, dass man dasselbe Rohr zu 10—15 Analysen hintereinander benutzen kann. Bei der Analyse stickstoffhaltiger Substanzen wird vor den Platinasbest eine Schicht von grobkörnigem Bleihyperoxyd vorgelegt, welches die gebildeten Oxyde des Stickstoffs zurückhält; Substanzen, welche Schwefel oder Phosphor enthalten, können in derselben Weise behandelt werden, indem deren Oxydationsproducte von dem Bleihyperoxyd ebenfalls zurückgehalten werden.

Bei der Verbrennung von Substanzen, welche Halogene enthalten, wird dem Platinasbest eine Silberspirale beigelegt, welche die Halogene vollständig zurückhält und nach dem Ausglühen im Wasserstoffströme wieder von Neuem verwendet werden kann (FRESENIUS, Zeitschrift für anal. Chemie. 17, 1).

Zur Bestimmung der Halogene, sowie des Schwefels und Phosphors wendet man meistens die Methode von CARIUS an, bei welcher die organische Substanz mit rauchender Salpetersäure in einem zugeschmolzenen Rohre von Kaliglas längere Zeit auf hohe Temperatur erhitzt wird. Die organischen Substanzen werden durch die Salpetersäure verbrannt und die resultirenden Säuren: Halogenwasserstoffsäuren, Schwefelsäure, Phosphorsäure, nach den in der anorganischen Analyse üblichen Methoden quantitativ bestimmt.

Eine andere Methode zur Bestimmung der Halogene in organischen Substanzen besteht darin, dass man dieselben mit reinem Aetzkalk in einem schwer schmelzbaren Rohre glüht, den ganzen Rohrinhalt in verdünnter Salpetersäure löst und das gebildete Chlorcalcium (Brom-, Jodcalcium) durch Fällen mit Silbernitrat in gewöhnlicher Weise bestimmt.

Zur Bestimmung des Schwefels und Phosphors kann man auch die Substanzen mit einer Mischung von Salpeter und Soda schmelzen und in der Lösung der



Schmelze die gebildete Schwefelsäure und Phosphorsäure bestimmen, oder man löst die Substanz in Kalilauge, leitet Chlor bis zur völligen Oxydation ein, verdampft die Flüssigkeit, glüht die resultierende Salzmasse und fällt die Schwefelsäure oder Phosphorsäure aus der Lösung der Salze in gewöhnlicher Weise.

Schwefelhaltige Substanzen werden auch durch Verbrennen in einem Verbrennungsrohre in einem Strome von Sauerstoff, welcher mit höheren Oxyden des Stickstoffs gemischt ist, unter Zuhilfenahme von Spiralen glühenden Platins in Schwefelsäure übergeführt und diese als  $BaSO_4$  oder durch Titiren bestimmt (Ber. XIX, 1910).

Durch die im Vorstehenden beschriebenen Methoden ist man im Stande, die procentische Zusammensetzung der organischen Substanzen zu ermitteln; dividirt man die erhaltenen Procentzahlen durch die Atomgewichte der entsprechenden Elemente, so erhält man das relative Verhältniss, in welchem die Atome des Kohlenstoffes, Wasserstoffes, Stickstoffes etc. in der betreffenden Verbindung zu einander stehen, und dieses Verhältniss drückt man zunächst in den einfachsten ganzen Zahlen aus. So erhält man bei der Analyse der Essigsäure, welche aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, 40.0 Procent Kohlenstoff, 6.7 Procent Wasserstoff und durch Ergänzung der Summe beider zu 100 = 53.3 Procent Sauerstoff. Durch Division mit den Atomgewichten erhält man:

$$C = 40.0 \text{ Procent} : 12 = 33.3$$

$$H = 6.7 \quad \text{„} \quad : 1 = 6.70$$

$$O = 53.3 \quad \text{„} \quad : 16 = 3.33$$

und durch Reduction auf die einfachsten ganzen Zahlen:  $C_1H_2O_1$  als das Verhältniss, in welchem die Atome der drei Elemente zu einander stehen. Die wahre empirische Formel, d. h. die Anzahl der in einem Moleküle der Verbindung enthaltenen Atome der einzelnen Elemente lässt sich aus der Elementaranalyse dieser allein nicht ableiten. Zur Bestimmung dieser Grösse kann man unter Umständen — falls Basen oder Säuren vorliegen — ein Salz mit einer bekannten Säure oder Base darstellen und dieses analysiren oder man bestimmt, wenn die Verbindung flüchtig ist, die Dampfdichte (s. d.), aus welcher sich die Molekulargrösse direct ergibt. So erfährt man aus der Analyse des Silberacetates, dass die der Essigsäure entsprechende empirische Formel nicht  $C_1H_2O_1$ , sondern  $C_2H_4O_2$  ist, welches Resultat mit den Ergebnissen der Bestimmung der Dampfdichte der Essigsäure im Einklange steht.

Bei indifferenten, nicht flüchtigen Stoffen, z. B. den Kohlehydraten, kann man sich nur durch das Studium ihrer Umsetzungen und Spaltungen Kenntniss von der wahrscheinlichen Grösse des Moleküls verschaffen.

Ehrenberg.

**Elemente, chemische.** Die griechischen Naturphilosophen bezeichneten Wasser, Feuer, Luft und Erde als die 4 Elemente, indem sie annahmen, dass alle Naturkörper durch deren Einwirkung entstünden. Als später erkannt wurde, dass Wasser eine chemische Verbindung, Luft ein Gasgemenge, Erde ein Conglomerat von Tausenden verschiedener Körper und Feuer überhaupt nur eine Erscheinung sei, mussten die 4 Elemente der Alten fallen. Heutzutage werden unter Elementen solche Stoffe verstanden, welche mit den der Chemie bislang zu Gebote stehenden Mitteln und Kräften nicht weiter zerlegbar (einfache Stoffe, Grundstoffe, Urstoffe) sind, und die, indem sie sich miteinander vereinigen, chemische Verbindungen liefern.

Bevor diese Ansichten völlig geklärt waren, hat die Chemie verschiedene Wandlungen durchgemacht. So wurde z. B. von STAHL gegen Ende des 17. Jahrhunderts die Theorie aufgestellt, dass alle verbrennlichen Körper einen eigenen Stoff, Phlogiston, enthielten, der während des Verbrennungsprocesses daraus entweiche. Die Beobachtung, dass manche Metalle beim Verbrennen, wobei sie in Folge des Entweichens von Phlogiston eine Gewichtsverminderung hätten erleiden müssen, im Gegentheil eine Gewichtsvermehrung erfuhren, führte zur Annahme eines negativen Phlogistons.

Nachdem von PRIESTLEY und SCHEELE der Sauerstoff entdeckt worden war, stellte LAVOISIER durch Experimente fest, dass die Körper sich bei der Verbrennung mit Sauerstoff verbänden. Als HUMPHRY DAVY entdeckte, dass mittelst der VOLTA'schen Säule die bis dahin für einfache Stoffe gehaltenen Alkalien und Erden sich in Sauerstoff und ein eigenes Metall zersetzen liessen, war ein Mittel gefunden, mit dessen Hilfe im Laufe der Zeit eine Anzahl von Elementen isolirt werden konnten. Das auf Grund des chemischen Verhaltens seiner Verbindungen schon lange als Element anerkannte Fluor ist erst in der jüngsten Zeit (1886) durch MOISSAN ebenfalls durch den elektrischen Strom isolirt worden.

Die Zahl der als solche anerkannten Elemente betrug im Jahre 1886 66; die Zahl derselben vermehrt sich beständig, wenn auch langsam, und voraussichtlich werden noch verschiedene der jetzt als Elemente angenommenen Stoffe, vielleicht mit Hilfe von bis jetzt noch gänzlich unbekanntem Kräften, entweder als Gemische bereits bekannter Elemente oder als Gemische bekannter Elemente mit noch unbekanntem erkannt werden.

Eine andere Quelle für die Entdeckung neuer Elemente bieten seltene, neu aufzufindende Mineralien.

Letzterem Umstande verdankt die Chemie das von CL. WINKLER (im Jahre 1886) in dem neuen Mineral Argyrodit entdeckte Element Germanium, dessen Echtheit als Element zweifellos zu sein scheint.

Eine Anzahl der im Laufe der Zeit als neue Elemente angesprochenen Stoffe hat bei weiterer Untersuchung wieder aufgegeben werden müssen, da sie sich als Gemische bereits bekannter Elemente herausstellten.

Von derartigen wieder verlassenen Elementen sind zu nennen: Aridium, Donarium, Ilmenium, Norium, Pelopium, Terbium. Ein in jüngster Zeit (1886) von LINNEMANN und WENZEL im Orthit von Arendal entdecktes Element Austrium ist noch nicht völlig sichergestellt. Das Gleiche gilt von den folgenden: Dysprosium, Gadolinium, Holmium, Mosandrin, Neodym, Praseodym, Samarium.

Ein Verzeichniss der bis 1886 bekannten Elemente befindet sich Bd. I, pag. 714.

DÖBEREINER hatte 1830 gefunden, dass die Atomgewichte von Elementen mit ähnlichen Eigenschaften nahezu um 16, oder ein Vielfaches von 16 differiren und MENDELEJEFF, der die bekannten Elemente nach ihren Atomgewichten aufsteigend in Tabellen ordnete, sagte auf diese Weise eine Anzahl neuer Elemente vorher. So hat MENDELEJEFF bereits dem später von NILSON und CLEVE entdeckten Scandium als Ekabor\*), dem später von PIERREFITTE und BENSBERG entdeckten Gallium als Ekaaluminium und dem später von CL. WINKLER entdeckten Germanium als Ekaasilicium eine Stelle in seiner Tabelle eingeräumt.

Diese Tabelle von MENDELEJEFF befindet sich Bd. I, pag. 717.

Das Vorkommen der Elemente in der Natur ist ein sehr verschiedenes; die wenigsten finden sich im elementaren Zustande, die meisten kommen nur in Verbindung mit anderen Elementen vor. Während eine Anzahl Elemente in den verschiedenartigsten Verbindungen in grossen Mengen und überall verbreitet vorkommen und für das Leben von Thier und Pflanze, sowie für die Industrie von grösster Wichtigkeit sind, finden sich andere nur in höchst geringen Mengen an einzelnen Orten.

Man hat früher die Elemente eingetheilt in Metalle und Nichtmetalle, oder Metalloide, d. h. den Metallen ähnliche Elemente. Dieser Eintheilung liegt die Ansicht zu Grunde, dass den Metallen gewisse charakteristische, physikalische Eigenschaften, wie Metallglanz, Leitungsfähigkeit für Wärme und Elektrizität, hohes, die Zahl 6 überschreitendes spezifisches Gewicht, Undurchsichtigkeit allein zukämen. Obwohl nun eine derartige Eintheilung in Folge des lücken-

\*) Eka bedeutet im Sanskrit = 1.

haften Principis nicht aufrecht zu erhalten ist, wird dieselbe doch aus praktischen Gründen noch benutzt, indem zur Classificirung jedoch (nach KOLBE) die chemischen Eigenschaften der Elemente herangezogen werden.

Diejenigen Elemente, welche bei ihrer Vereinigung mit Sauerstoff Oxyde mit vorwiegend basischem Charakter liefern, sind Metalle, diejenigen, welche Oxyde mit vorwiegend saurem Charakter liefern, sind Metalloide.

Jedoch auch diese Eintheilung ist nicht einwandfrei, da einige Elemente mit Sauerstoff Verbindungen mit saurem und auch mit basischem Charakter liefern und der Sauerstoff selbst zu keiner von beiden Classen gehört, jedoch zu den Metalloiden gezählt wird.

Zu den Metallen zählen daher die nachfolgenden Elemente, die wieder von den Eigenschaften der Sauerstoff- und Schwefelverbindungen ausgehend, weiter zergliedert werden:

Alkalimetalle (deren Oxyde und Oxydhydrate sind in Wasser leicht löslich und von stark alkalischer Reaction): Kalium, Natrium, Lithium, Rubidium, Caesium.

Erdalkalimetalle (deren Oxyde und Oxydhydrate sind in Wasser weit weniger löslich, von geringerer alkalischer Reaction und erdiger Beschaffenheit): Calcium, Baryum, Strontium, Magnesium.

Erdmetalle (deren Oxyde sind in Wasser unlöslich und besitzen ebenfalls erdige Beschaffenheit): Aluminium, Chrom, Beryllium, Zirconium, Yttrium, Cerium, Lanthan, Didym.

Schwere Metalle, I (deren Schwefelverbindungen werden aus neutralen Lösungen durch Schwefelammonium gefällt): Eisen, Mangan, Uran, Zink, Kobalt, Nickel.

Schwere Metalle, II (deren Schwefelverbindungen werden aus saurer Lösung durch Schwefelwasserstoff gefällt): Blei, Wismut, Thallium, Cadmium, Indium, Zinn, Kupfer.

Edle Metalle (wegen der grossen Beständigkeit): Quecksilber, Silber, Gold, Platin, Iridium, Palladium, Rhodium, Ruthenium, Osmium.

Zu den Metalloiden zählen folgende Elemente, von denen einige ebenfalls in Gruppen geordnet werden können:

Sauerstoff, Wasserstoff.

Haloide oder Halogene (weil sie durch unmittelbare Vereinigung mit den Metallen Salze bilden): Chlor, Brom, Jod, Fluor.

Schwefelgruppe: Schwefel, Selen, Tellur.

Stickstoffgruppe: Stickstoff, Phosphor, Arsen, Antimon; ferner: Bor, Silicium, Kohlenstoff, Titan, Molybdän, Wolfram, Vanadin, Niobium, Tantal.

Ueber die zur Bezeichnung der Elemente in Formeln benutzten chemischen Symbole (die aus den Anfangsbuchstaben ihrer lateinischen Namen gebildet sind), sowie über die Atomgewichte der Elemente (in Bezug auf Wasserstoff = 1), über das Gesetz der Gleichheit der Atomwärmen (von DULONG-PETIT) und das Gesetz von der Gleichheit der Molekularvolumina (von AVOGADRO), mit deren Hilfe die Sicherstellung der Atomgewichte sämtlicher bekannterer Elemente ermöglicht wurde, ferner über das Verhältniss, in dem sich die Elemente untereinander zu chemischen Verbindungen vereinigen (ihre Atomigkeit, Werthigkeit, Valenz), siehe die Artikel Atom in Bd. I, pag. 710—718, Bindung in Bd. II, pag. 260 und Chemie in Bd. II, pag. 659—666.

A. Schneider.

**Elemente, galvanische**, sind Apparate zur Erzeugung continuirlicher, galvanischer Ströme. Ein galvanisches Element besteht mindestens aus zwei Leitern erster Ordnung, das ist solchen, welche den elektrischen Strom ohne Zersetzung leiten, und einem Leiter zweiter Ordnung, das ist einem solchen, der vom elektrischen Strom zersetzt wird. Das Element heisst *offen*, wenn die beiden Leiter erster Ordnung nicht untereinander in leitender Verbindung stehen, *geschlossen*, wenn dies der Fall ist. Im Schliessungsleiter circulirt dann ein elektrischer Strom (s. Galvanis-

mus). Die mit dem Leiter zweiter Ordnung nicht in Berührung stehenden Enden der Leiter erster Ordnung des Elementes nennt man dessen Pole. An den Polen eines isolirten, offenen Elementes tritt immer freie Elektrizität, positive an dem einen, negative an dem anderen, auf, weshalb man von einem positiven und negativen Pol des Elementes spricht.

Die Güte eines Elementes beurtheilt man nach seinen Constanten, nämlich der elektromotorischen Kraft und dem inneren Widerstand desselben (s. Galvanismus). Die elektromotorische Kraft hängt nur von der Art des Elementes, nicht von seiner Grösse ab, der Widerstand aber ist von beiden abhängig und wird insbesondere unter sonst gleichen Umständen um so kleiner, je grösser die Berührungsfläche der Leiter erster Ordnung mit jenen zweiter Ordnung wird.

Da die Wirkung eines Elementes für viele Zwecke zu gering ist, verbindet man mehrere Elemente derart, dass sie sich gegenseitig unterstützen. Eine solche Verbindung bezeichnet man als galvanische Batterie, eine Bezeichnung, die in seltenen Fällen auch für ein einzelnes Element gesetzt wird. Eine solche Combination führt auch den Namen galvanische Säule, da die erste, von VOLTA construirte Batterie säulenförmig aus ihren Elementen aufgebaut war. Auch dieser Ausdruck wird auf ein einzelnes Element angewendet. Da die Elemente einer Batterie sich wie die Glieder einer Kette aneinanderreihen, erklärt sich auch die häufig gebrauchte Benennung galvanische Kette für dieselbe und in Uebertragung auch für das einzelne Element.

Das erste, von VOLTA construirte galvanische Element bestand aus einer Zink- und einer Kupferplatte, zwischen welchen sich als Leiter zweiter Ordnung eine mit Salzlösung getränkte Tuchscheibe befand. Um einen merkbaren galvanischen Strom zu erzielen, muss man eine grosse Anzahl solcher Elemente aufeinander-schichten. Der Strom entsteht dann, wenn man die erste Zink- mit der letzten Kupferplatte, die Pole der Säule, leitend verbindet. Die Säulenform der Batterie führte manche Unannehmlichkeit mit sich. So floss z. B. in Folge des Druckes die Flüssigkeit aus den Tuchscheiben aus, wodurch die Säule sehr bedeutend an Wirksamkeit verlor. Man construirte daher später Batterien aus Becher- oder Zellelementen, viereckigen, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Glasgefässen, in welche je eine Zink- und Kupferplatte eintaucht. Bei der Zusammenstellung der Batterie verbindet man leitend die Kupferplatte je eines Elementes mit der Zinkplatte eines anderen, bis schliesslich wieder eine freie Zink- und eine freie Kupferplatte als Pole der Säule übrig bleiben.

Eine grosse Aehnlichkeit mit der VOLTA'schen Säule zeigt die trockene oder ZAMBONI'sche Säule, bei welcher die Kupfer- und Zinkplatten durch Scheiben von Gold- und Silberpapier ersetzt werden, die man mit ihren blanken Seiten aneinanderlegt, so dass die feuchte Papiermasse den Leiter zweiter Ordnung bildet. Man schichtet einige tausend solcher Scheibenpaare aufeinander und verschliesst sie dann in eine Glasröhre, deren in Messing gefasste Enden die Pole der Säule abgeben. Diese Säule findet eine wichtige Anwendung beim BOHNENBERGER'schen Elektroskop und zuweilen auch als Ladungssäule bei Elektrometern.

Ebenfalls aus Zink, Kupfer und Flüssigkeit setzt sich die PULVERMACHER'sche Kette zusammen, deren Anwendung in der Therapie vor ungefähr drei Decennien eine ziemlich verbreitete war. Diese Kette besteht aus kleinen Holzcyllindern (s. Fig. 129), auf welchen spiralig in kurzer Entfernung von einander ein Kupfer- und ein Zinkdraht so aufgewickelt ist, dass je eine Windung des einen zwischen zwei Windungen des anderen fällt. Die Drahtenden sind zur Vermeidung jeder Oxydation vergoldet und biegen sich zu Oesen um, mit Hilfe welcher man eine grössere Anzahl solcher Cylinder derart aneinanderhängt, dass stets die Zinkdrahtösen des einen Elementes in die Kupferdrahtösen des zweiten eingreifen. Die letzten Enden des Kupferdrahtes sind dann durch einen Metallstab *K*, jene des Zinkdrahtes durch *Z* verbunden, welche Stäbe die Pole der Kette bilden. Vor dem Gebrauch wird die Kette kurze Zeit in Essig getaucht, wodurch die Holzcyllinder Flüssigkeit genug

annehmen, um die Säule zur Wirksamkeit zu bringen. Der Ersatz des Zinkdrahtes durch Magnesiumdraht erhöht bedeutend die elektromotorische Kraft der Kette.

Der Strom, welchen eine VOLTA'sche Säule liefert, nimmt bald beträchtlich ab. Er wirkt nämlich zersetzend auf die Flüssigkeit des Elementes, also beim Element Zink-Kupfer-Schwefelsäure auf die verdünnte Schwefelsäure ein (s. Elektrolyse), wobei sich die Zersetzungsproducte an die Metallplatten begeben und Veränderungen im Zustand derselben hervorrufen. Im angegebenen Beispiel scheidet sich Wasserstoffgas an der Kupferplatte, Sauerstoff mit wasserfreier Schwefelsäure an der Zinkplatte ab. Letztere oxydirt sich und löst sich allmählig zu Zinkvitriol auf, wodurch der Process der Stromerzeugung nicht weiter behindert wird, an ersterer aber ruft die sich anlagernde Schichte von Wasserstoff eine elektromotorische Gegenkraft hervor, welche den ursprünglichen Strom schwächen, ja vollständig vernichten kann. Das Auftauchen dieser elektromotorischen Gegenkraft bezeichnet man als Polarisation (s. d.) des Elementes. Ein Element wird nur dann einen constanten Strom geben, wenn das Anlegen solcher Zersetzungsproducte, meistens des Wasserstoffes, verhindert wird, oder wenn sich nur Substanzen ausscheiden, die keine Polarisation bewirken können. Elemente, welche diese Bedingungen erfüllen, nennt man constant. Die Haupttypen derselben sind das Daniell-, das Grove- und das Bunsenelement.

Fig. 129.



Das Daniellelement besitzt meist ein cylindrisches Glasgefäß, in dem sich ein ähnlich gestaltetes, poröses Thongefäß von kleinerem Durchmesser, das Diaphragma, befindet. Das Glasgefäß ist mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, in welche ein amalgamirter Zinkcylinder so eintaucht, dass er das Diaphragma umschließt. Letzteres selbst enthält eine concentrirte Lösung von Kupfervitriol und eine cylindrisch gebogene Kupferplatte. Der Kupfer- und Zinkcylinder tragen dann noch passende Klemmen zum Befestigen des Leiters, durch welchen das Element geschlossen werden soll. Der Strom zerlegt beim geschlossenen Element die Schwefelsäure, wodurch Sauerstoff und wasserfreie Schwefelsäure an die Zinkplatte treten und an dieser Zinkvitriol bilden, während sich der von der Zersetzung herrührende Wasserstoff an das Diaphragma begibt. Gleichzeitig tritt aber auch eine Zersetzung des Kupfervitriols ein, in Folge welcher sich metallisches Kupfer an den Kupfercylinder niederschlägt, Sauerstoff und wasserfreie Schwefelsäure sich am Diaphragma anscheidet und mit dem dort vorhandenen Wasserstoff wieder Schwefelsäurehydrat bildet. Die elektromotorische Kraft dieses sehr constanten Elementes beträgt 1.12 Volts. Da sich durch den chemischen Process nach und nach die Schwefelsäure in eine Lösung von Zinkvitriol verwandelt, so verändert sich der innere Widerstand des Elementes, worunter ebenfalls die Constanz des Stromes leidet. Man hilft diesem Uebelstand durch eine Beschickung des Elementes mit einer Lösung von Zinkvitriol an Stelle der Schwefelsäure ab. Die Concentration der Kupfervitriollösung wird durch ein oben hineingehängtes Drahtsieb, welches Krystalle des Vitriols enthält, erhalten. Das Amalgamiren des Zinkcylinders in diesem und den folgenden Elementen verhindert, dass sich das Metall nicht schon ohne Stromeswirkung in der Säure auflöst (s. Elektrolyse). Das Daniellelement wird in zahlreichen Modificationen construirt, die sich jedoch im Princip nicht von der ursprünglichen Construction unterscheiden. In diese Kategorie gehören die Elemente von SIEMENS, MEIDINGER und CALLAUD.

Die elektromotorische Kraft des Daniellelementes ist nicht besonders gross, sein innerer Widerstand nicht unbedeutend, zwei Ursachen, welche eine grössere Stromintensität mit Daniellelementen nur schwer zu erreichen gestatten. Nach beiden Richtungen hin ist das Groveelement bedeutend besser. Der äusseren Form nach gleicht es dem Daniellelement, doch ist in demselben an Stelle des inneren Kupfercylinders in Kupfervitriollösung ein Platinblech, welches in concentrirte Salpetersäure taucht, gesetzt. Auch in diesem Element kann der von der zersetzten Schwefelsäure herrührende Wasserstoff nicht an das Platin gelangen, da er in der Salpetersäure zu Wasser oxydirt wird, hierbei aber die Säure zu Untersalpetersäure reducirt, die sich theilweise löst, theilweise aber in Gasform ausscheidet. Der letztgenannte Umstand verringert sehr bedeutend die Anwendbarkeit des Elementes, da die ausgeschiedenen Dämpfe nicht nur auf die Respirationsorgane schädlich, sondern auch auf alle metallischen Gegenstände der Umgebung verderbend einwirken. Die elektromotorische Kraft des Elementes beträgt 2 Volts; sein innerer Widerstand ist relativ gering.

An Stelle des theueren Platinbleches setzte BUNSEN in seinem Elemente Platten oder Cylinder der billigeren Retortenkohle. Vortheile und Nachtheile hat das Bunsenelement mit dem Groveelement gemein. Für grössere Stromintensitäten und längeren Gebrauch verbürgen beide eine grössere Constanz des Stromes als das Daniellelement.

Zur Vermeidung der lästigen Dämpfe ersetzte BUNSEN die Salpetersäure durch eine Mischung von 61.82 Gewichtstheilen saurem chromsaurem Kali, 115.7 Gewichtstheilen Schwefelsäure und 604.7 Gewichtstheilen Wasser, eine Mischung, aus der sich Chromsäure bildet, die aber mehr Schwefelsäure enthält, als zur Bildung von Chromalaun bei der Reduction der Chromsäure durch den Wasserstoff nothwendig ist. POGGENDORFF empfiehlt eine Mischung von respective 3, 4 und 18 Th. Das so construirte Chromsäureelement besitzt eine noch etwas grössere elektromotorische Kraft als das GROVE'sche, ist auch ziemlich constant, zeigt aber unter sonst gleichen Umständen einen etwas grösseren Widerstand als dieses.

Die Wartung bei den genannten Elementen beschränkt sich darauf, dass man für Concentration der Säure, respective der Kupfervitriollösung sorgt, die Elemente, sobald man sie nicht mehr braucht, auseinandernimmt, die Diaphragmen in Wasser aufbewahrt, damit die an ihnen abgelagerten Substanzen nicht die Poren durchwachsen und die Zellen brüchig machen, dass man ferner den an der Zinkoberfläche in Folge der Verunreinigungen dieses Metalles sich ansetzenden Schlamm beseitigt und dieselbe von Zeit zu Zeit frisch amalgamirt.

Ausser den constanten Elementen gibt es noch manche Constructionen von halbconstanten, bei welchen der Strom nur während eines kürzeren Gebrauches verhältnissmässig constant erhalten werden kann. Ein ziemlich häufig angewendetes Element dieser Art ist das SMEE'sche. Es besteht aus einer mit Platinmohr überzogenen Silberplatte, die an einem Holzdeckel zwischen zwei untereinander leitend verbundenen Zinkplatten isolirt befestigt ist. Die Platten sind mit passenden Zuleitungsklemmen versehen und tauchen durch Aufsetzen des Deckels auf ein mit verdünnter Schwefelsäure gefülltes Glasgefäss in die Säure ein. Man verwendet selten einzelne Elemente, sondern vereinigt mehrere zu einer Batterie, wobei man die Platten aller einzelnen Elemente so an einem Brette befestigt, dass sie gemeinsam aus ihren Gefässen mittelst einer einfachen Hebevorrichtung herausgehoben werden können. Bei diesen Elementen verhindert die raue Oberfläche des Platins das Ansetzen des Wasserstoffgases, das in kleinen Blasen entweicht. Die beschriebene Form der Batterie nennt man Tauchbatterie.

Auch BUNSEN construirte eine solche Tauchbatterie, bei der die Kohlen- und Zinkplatten, aus welchen die Elemente bestehen, ebenfalls an einem Holzrahmen befestigt sind und aus ihren Glasgefässen, die eine der oben angegebenen Chromsäuremischungen enthalten, gemeinsam beim Nichtgebrauch herausgehoben werden.

Ein sehr weit verbreitetes, halbeconstantes Element ist jenes von LECLANCHÉ. Das Glasgefäss desselben wird durch eine poröse Thonwand in zwei Abtheilungen geschieden. Die eine erfüllt eine Lösung von Salmiak oder Kochsalz, in die ein Zinkstab eintaucht, die andere enthält eine kleinere Menge derselben Lösung, in die sich eine Kohlenplatte senkt, während den noch übrigen Raum kleine Stückchen von Mangansuperoxyd ausfüllen. Das Element ist gewöhnlich mit einem Deckel geschlossen, an welchem die mit dem Zink und Kohlenende in Verbindung stehenden Zuleitungsklemmen sitzen.

Eine eigenthümliche Art von Elementen sind die Gaselemente. Ein solches Element, wie es z. B. GROVE construirte, entsteht, wenn zwei durch Platinmohr rauh gemachte Platinplatten, an deren eine sich eine Schichte Wasserstoffgas ansetzte, während die andere mit Sauerstoffgas behaftet ist, in verdünnte Schwefelsäure tauchen. Der Strom geht dann ausserhalb der Flüssigkeit von der mit Sauerstoff belegten Platte zu der mit Wasserstoff in Berührung stehenden. Da durch diesen Strom die Schwefelsäure des Elementes derart zerlegt wird, dass sich Sauerstoff an der Wasserstofffläche, Wasserstoff an der Sauerstofffläche abscheidet, und sich hierdurch unter Verdrängung der Gase Wasser bildet, so hört die Wirksamkeit des Elementes bald auf. Eine praktische Form gewannen die Gaselemente erst in den Accumulatoren (s. d., Bd. I, pag. 49).

Was die Verbindung der Elemente zur Batterie anbelangt, so unterscheidet man die Schaltung auf Quantität und Intensität. Bei der Schaltung auf Quantität, die man auch als Nebeneinanderschaltung der Elemente bezeichnet, verbindet man von den zu vereinigenden Elementen alle Platten des einen Metalles leitend untereinander und ebenso alle des andern. Das Resultat einer solchen Schaltung ist ein Element, dessen Plattengrösse die Summe jener aller angewendeten Elemente ist. Die elektromotorische Kraft der Batterie ist dabei allerdings nicht grösser als die eines Elementes, ihr innerer Widerstand ist aber auf den  $n$ -ten Theil jenes eines Elementes gesunken, wenn  $n$  die Anzahl der geschalteten Elemente bezeichnet. Die Schaltung auf Intensität, die Hintereinanderschaltung der Elemente besteht darin, dass man je den positiven Pol des einen Elementes mit dem negativen eines anderen verbindet. Eine solche Vereinigung von  $n$ -Elementen besitzt die  $n$ -fache elektromotorische Kraft, aber auch den  $n$ -fachen Widerstand des einzelnen Elementes. Die erste Art der Schaltung hat einzutreten, wenn der Widerstand der äusseren Leitung klein ist im Vergleich zu jenem eines Elementes, die zweite Art, wenn der äussere Widerstand den inneren bedeutend überwiegt. Die Schaltung auf Intensität ist daher auch die Schaltungsweise der Batterien zu therapeutischen Zwecken, indem die Theile des menschlichen Körpers, durch welche der Strom geschickt werden soll, einen grossen Widerstand besitzen. Alle solche Batterien enthalten daher eine grosse Anzahl kleiner Elemente, da wohl die durch die grosse Anzahl der Elemente beträchtliche elektromotorische Kraft, nicht aber der durch ihre Kleinheit bedingte grössere Widerstand in Betracht kommt.

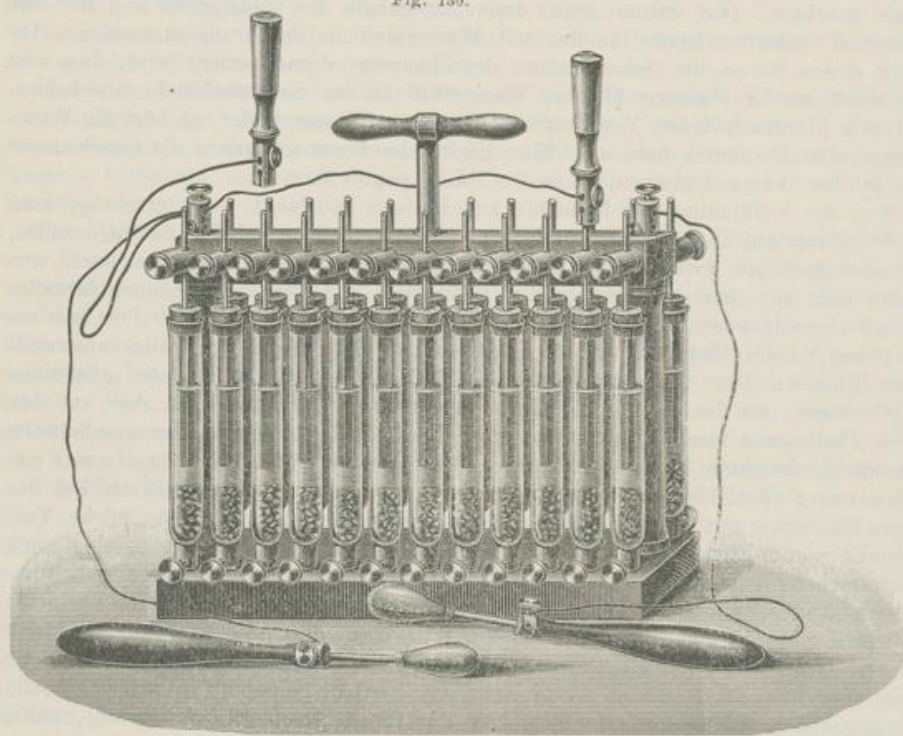
Zu ärztlichen Batterien eignet sich auch so ziemlich jedes Element, welches für einige Zeit einen constanten Strom gibt. Der Unterschied dieser Batterien liegt daher weniger in der Art der Elemente, die nur insoweit in Betracht kommt, als die Transportfähigkeit und die Möglichkeit, sie in gutem Zustande zu erhalten, davon abhängt, sondern hauptsächlich in der mehr oder weniger compendiösen Zusammenstellung, der bequemen Handhabung und der geschickten Verbindung derselben mit den zu ihrem Gebrauch nothwendigen Nebenapparaten. Ein Beispiel solcher Elemente ist die Modification des Daniellelementes von REMAK und später von TROUVÉ, welche kleine Zink-, Thon- und Kupferschüsselchen nach Art der VOLTA'schen Säule aufschichteten, wobei jede Zink- und Kupferplatte auf einem Tuchlappen oder Fliesspapierbauseh aufruhete, der mit Zink- respective Kupfervitriol getränkt war.

Beim Chlorsilberelement nach PIRCUS befindet sich am Boden eines mittelgrossen Reagirglases ein kleiner Cylinder aus Silberblech, von dem ein Zuleitungsdraht isolirt

in einem Kautschukröhrchen nach aussen geht. Der Cylinder ist mit Chlorsilber gefüllt, über welchem verdünnte Schwefelsäure oder Kochsalzlösung steht. In letztere taucht ein Zinkstab, welcher durch den Stöpsel des Glases geht und an ihm befestigt ist.

Das LECLANCHÉ-Element wurde von BEETZ in sehr zweckmässiger Weise für therapeutische Zwecke umgestaltet. In ein Reagirglas ist von unten ein Platindraht so eingeschmolzen, dass seine Enden innen und aussen hervorragen. Das innere Ende umgibt ein Gemisch von Retortenkohle und Braunstein, auf das concentrirte Salmiaklösung bis zu zwei Drittel der Höhe des Gefässes gegossen wird. Den oberen Theil des Glases bestreicht man dann mit Talg, damit nicht Salmiak an ihm emporkriecht. Durch den Stöpsel des Reagirglases hindurch geht in die

Fig. 130.



Salmiaklösung ein unamalgamirter Zinkstab, der nach oben zu mit einem geraden Messingdraht als Zuleiter in Verbindung steht. Die Vereinigung solcher Elemente zur Batterie zeigt Fig. 130. Jedes Element wird mittelst des oberen und unteren aus ihm herausragenden Drahtes von zwei Klemmen an einem Holzgestell festgehalten. Dabei sind immer die untere Klemme des einen Elementes und die obere des nächsten leitend verbunden, die Elemente also auf Intensität geschaltet. Die Figur zeigt weiters noch die mit Holzstielen versehenen Federklemmen, durch deren Anstecken an die geraden Messingdrähte der Elemente man eine beliebige Anzahl derselben in den Stromkreis schalten kann, und zwei Elektroden, zu welchen die Leitungsdrähte führen.

Pitsch.

**Elemi** ist ein Sammelname für harzartige Producte verschiedener, vorwiegend dem Verwandtschaftskreise der *Burseraceae* angehöriger Bäume.

Das Elemi der Alten, das afrikanische Elemi, wird auf das Exsudat der dornigen Form des wilden Oelbaumes, oder wahrscheinlicher nach FLÜCKIGER auf dasjenige



von *Boswellia Frereana Birdw.* der Somalikküste, das alte Luban Mati, zurückgeführt.

Die Elemisorten der Jetztzeit gruppieren sich in

1. Amerikanische, von *Icica*- und *Amyris*-Arten abstammend. Sie werden, respective wurden im Handel nach Herkunft bezeichnet als Brasil- oder Rio-Elemi, Elemi in panis von Columbien und Neu-Guinea, Westindisches Elemi, Yucatan-Elemi und Mexico- oder Veraacruz-Elemi. Von allen diesen gelangt nur Mexico-, respective Yucatan-Elemi in den Handel. Beide bilden die als hartes Elemi bezeichnete Waare der Drogenhäuser.

Mexico-Elemi wird in der Gegend von Oaxaca, von *Amyris elemifera Royle* gesammelt, wurde vor 30 Jahren zuerst eingeführt. Es bildet blassgelbliche harte, auf dem Bruche glänzende Stücke, die theilweise mit porzellanartigen, weissen, glänzenden Partien durchsetzt sind.

Yucatan-Elemi ist in der jetzigen Handelsform mehr hell graugrünlich, auf dem Bruch an polirtes Horn erinnernd, aussen weisslich bestäubt, daher in den kleinsten Stücken an Olibanum erinnernd. Geruch, ebenso wie die übrigen festen Elemisorten, schwach aromatisch, terpentinartig.

Yucatan- oder westindisches Elemi der Ph. Germ. I., welches citronen- oder dunkel, pomeranzengelb ist und von *Amyris Plumieri DC.* oder *Icica*- und *Bursera*-Arten der Antillen abgeleitet wird, scheint nach vorliegenden Proben nicht gleichbedeutend mit dem jetzigen Yucatan-Elemi zu sein. Die jetzt im Handel gebräuchliche Gleichbedeutung von Mexico- und Yucatan-Elemi erklärt sich durch die politische Zugehörigkeit Yucatans zu Mexico.

Elemi in panis von Columbien (Neu-Guinea) kommt nicht mehr in den Handel. Es bildet bis Kilo schwere dreieckige oder abgeplattete, in Palmen oder Marantablätter eingewickelte Stücke. Es stammt von *Icica*-Arten.

Brasil- oder Rio-Elemi. Heute selten, von *Icica*-Arten abstammend, ist weich und erinnert in Consistenz und Geruch an Manila-Elemi. Ein neues Elemi in Form eines Weichharzes stammt von *Icica heptaphylla Aubl.* in Britisch-Guyana, wo es als Hiawe bekannt ist.

2. Manila- oder Philippinisches Elemi, das weiche Elemi des Handels; zur Zeit die einzige regelmässig im Handel erscheinende Sorte. Es wird auf Luzon von einem oder vermuthlich mehreren Baumarten, welche als Arbol al Brea oder Harzbaum bezeichnet werden, aber botanisch nicht genau bekannt sind, gewonnen.

Die Handelsform des Manila-Elemi bildet weiche, zähe, fettglänzende, klebrige Massen, von der Consistenz eines sehr dicken Terpentins, in Farbe und Aussehen dem weissen Honig sehr ähnlich und mit kleinen Rindenstückchen untermischt. Die anfangs weissliche Färbung geht mit der Zeit in's Gelbliche und in's Grünliche über, auch tritt grössere Härte ein. Der Geruch ist sehr charakteristisch und stark, erinnert an Terpentinöl, an Macis, und etwas an Fenchel oder Ol. Cumini. Der Geschmack ist aromatisch und bitterlich. Unter dem Mikroskop zeigen sich Krystalle, die besonders deutlich beim Verdunsten einer ätherischen Lösung zu erkennen sind.

3. Ostindisches Elemi von *Canarium*-Arten. Dasselbe bildet bis über pfundschwere harte Stücke, an denen Reste von Palmblättern als Verpackungsmaterial kleben. Bruchstücke zeigen eine weissliche mattglänzende Innenfläche. Die Aussenseite ist dunkel citronengelb, leicht abreibbar. Oft bildet diese gelbe Aussenseite eine Rinde, die als deutliche Schicht von der helleren Mittelpartie abgetrennt ist. In grösseren Stücken sind grünliche Partien erkennbar. Geruch tritt nur beim Reiben deutlich, aber auch dann nur schwach hervor.

4. Bengal-Elemi. Dasselbe kam 1830 von Calcutta nach England als weiche, weisse, in Bambusröhren eingeschlossene Masse von starkem Elemigeruch. Es soll von *Amyris Agallocha Rab.* oder von *Balsamodendron Roxburghii Arn.* abstammen.

5. Neu-Guinea-Elemi soll von *Canarium*-Arten stammen, ist gelblichweiss, hart und bestäubt. Keine Handelswaare.

6. Mauritius-Elemi. Dasselbe gelangte bis jetzt nur im Jahre 1855 in den Handel, gleicht dem Manila-Elemi und stammt von *Colophonia Mauritiana* DC.

Am genauesten untersucht ist das Manila-Elemi. Dasselbe ist löslich in Chloroform, in Aether, warmem Benzol, Alkohol, Terpentinöl, fetten und ätherischen Oelen und hat das specifische Gewicht 1.02—1.08. Die Hauptmasse wird von einem amorphen Harz  $(C_{10}H_{16})_2 + OH_2$  gebildet. Daneben findet sich eine geringe Menge krystallisirbare Elemisäure  $C_{35}H_{66}O_4$ , krystallisirendes Amyrin  $C_{25}H_{42}O$  und Krystalle von Bryoidin  $C_{20}H_{38}O_3$ . Aetherisches Oel befindet sich zu etwa 12 Procent darin. Dasselbe bedingt den Geruch, besteht aus verschiedenen Terpenen und ist wasserhell. Ausserdem ist ein Bitterstoff vorhanden.

Westindisches Elemi ist nur zu 60 Procent in warmen Spiritus löslich, der Gehalt an ätherischem Oel ist ungefähr derselbe.

Ostindisches und amerikanisches Elemi löst sich nach vorliegenden Proben in denselben Lösungsmitteln, liefert auch wie Manila-Elemi deutliche Krystalle, während das Harz von *Boswellia Frereana* keine Krystalle zeigt.

Die Unterscheidung der Elemisorten ist sehr schwierig, wenn nicht unmöglich. Chemische und mikroskopische Unterschiede sind nicht festzustellen. Ueberhaupt würde nur eine Unterscheidung in hartes und weiches Elemi für den Fall einer Aufnahme in eine spätere Pharmakopöe praktisch durchführbar sein und auch genügen, denn die Unterschiede unter den einzelnen harten Sorten sind nicht grösser als die zwischen den Terpentinsorten verschiedener *Pinus*-Arten. Weiches Elemi ist durch seinen viel grösseren Oelgehalt abweichend, daher vielleicht wirksamer und medicinisch und pharmaceutisch zu trennen.

Die Gewinnung des Elemi ist nur von LUZON bekannt, wo die Bäume angeschnitten und durch Feuer der Austritt des Harzes beschleunigt wird.

Anwendung findet Elemi nur noch zur Lackfabrikation.

Als Verfälschungsmittel dient Fichtenharz.

Prollius.

**Elemisäure**,  $C_{35}H_{66}O_4$ . Wenn man aus dem Elemiharz das Amyrin vom Elemi trennt, bleibt in der alkoholischen Mutterlauge des ersteren die Elemisäure zurück. Kleine glänzende Krystalle, unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Aether. Schmelzpunkt  $215^\circ$ . Linksdrehend.

**Elephantenläuse** heissen die Früchte von *Anacardium* (s. Bd. I, pag. 347).

**Elephantiasis** ist eine meist auf die unteren Extremitäten beschränkte, mitunter aber auch an anderen Körpertheilen vorkommende Erkrankung der Haut, in deren Folge die betroffenen Organe unförmlich und oft in sehr hohem Grade vergrössert werden.

**Elephantopus**, Gattung der *Compositae*, Gruppe *Vernoniae*. Ausdauernde Kräuter mit 3—5blüthigen Köpfchen. Der Hüllkelch zeigt 2 Reihen von Hüllblättern; die Krone ist handförmig-5theilig, mit einem tieferen Einschnitte; die Staubfäden sind kahl; die Griffeläste dünn; die Frucht ist zusammengedrückt, vielrippig, behaart; der Haarkranz einreihig.

*Elephantopus tomentosus* auct. (non L.) = *mollis* HBK., ausgezeichnet durch zottige Behaarung, wird in Nord-Amerika neuerlich als Expectorans und Diaphoreticum empfohlen.

**Elettaria**, Gattung der *Zingiberaceae*, Unterfamilie *Amomeae*. Südasiatische Kräuter mit kriechendem Wurzelstock, zweizeilig mit scheidigen Blättern besetztem Stengel und theilweise kriechendem Blüthenschaft. Von der doppelten Blüthenhülle ist das äussere Perigon röhrig, das innere lippig. Das einzige fruchtbare Staubgefäss schliesst zwischen den Antherenhälften (ohne Anhängsel) den Griffel ein, dessen Narbe klein, nicht gefranst ist. Die Frucht ist eine lederige, stumpf dreikantige Kapsel mit zahlreichen, von einem zarten Arillus umwachsenen Samen.

*Elettaria Cardamomum* White et Mat. (*Amomum repens* Sonn., *Alpinia Cardamomum* Roxb.) besitzt ein stark daumendickes, reich bewurzeltes

Rhizom, aus welchem sich 2—3 m hohe Stengel mit bis 60 cm langen, schilfähnlichen, fein behaarten, drüsig punktierten Blättern abzweigen. Die Blütenstiele mit häutigen Scheidenblättern liegen auf dem Boden auf, erst die Blütenrispen erheben sich. Die Blüten sind unscheinbar grünlichweiss, die Kapseln bis fast 2 cm lang, dreifächerig, mit zwei Reihen Samen in jedem Fache.

Von dieser Art stammen die kleinen oder Malabar-Cardamomen (s. Bd. II, pag. 552).

*Elettaria major* Sm., die Mutterpflanze der langen Ceylon-Cardamomen, ist vielleicht nur eine Varietät der vorigen, indem sie sich wesentlich nur durch die doppelt so grossen Früchte und durch die oberseits kahlen Blätter von ihr unterscheidet.

**Elfenbein** im engeren Sinne ist die Zahnbeinsubstanz der Stosszähne des Elephanten und des fossilen Mamuth, doch bezeichnet man mit diesem Namen auch andere Zahnsubstanzen, namentlich auch die grossen Eckzähne des Nilpferdes (*Hippopotamus*), des Walross (*Trichechus*), den Stosszahn des Narwal oder Einhorn (*Monodon*), die Zähne des Potwal (*Physeter*), und vegetabilisches

Elfenbein nennt man das weisse und beinharte Endosperm einiger Palmensamen, welche gross genug sind, um technisch verwertet zu werden. — S. Steinnuss.

Alle die oben genannten Zähne stimmen in ihren histologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften nahe überein, und wenn sie dessenungeachtet technisch nicht gleichwerthig sind, so liegt dies hauptsächlich an ihrer Form und Grösse, theilweise auch an gewissen physikalischen Verschiedenheiten, welche an und für sich sehr geringfügig, aber für bestimmte Verwendungsarten ausschlaggebend sind, wie Härte, Zähigkeit, Farbe.

Die Grundmasse aller Zähne ist das Zahnbein (Dentin). Es besteht aus den verknöcherten Zahnanälchen, welche dichtgedrängt in radialer Richtung mehr oder weniger geschlängelt von der Pulpa ausstrahlen. Zwischen den innig verschmolzenen Röhrechen des Zahnbeins bleiben mikroskopisch kleine Lücken frei, die sogenannten Interglobularräume, welche eine gewisse Regelmässigkeit in der Anordnung zeigen

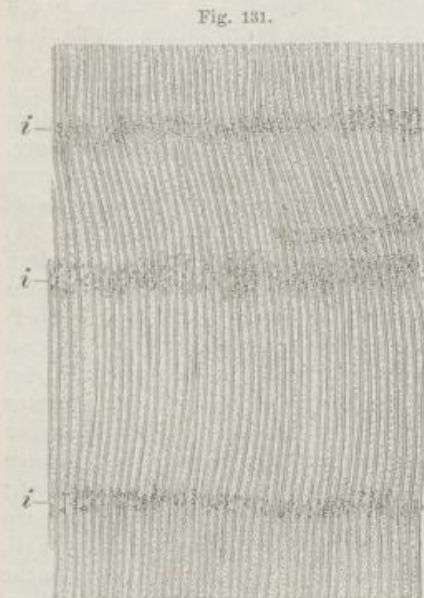


Fig. 131.  
Dünnschliff des Elfenbeins; die Interglobularräume kreuzen die Zahnanälchen (nach Obermayer). Vergr. 300.

und dadurch das sicherste Mittel zur Unterscheidung der Zahnarten im verarbeiteten Zustande darbieten. Im Elfenbeinzahne (Fig. 131) sind sie in dichten parallelen Reihen gruppiert, im Nilpferdzahne sehr klein und kaum merklich geschichtet, im Walrosszahne sehr gross, geschwänzt und zerstreut, im Narwalzahne in abwechselnd schmalen und breiten Streifen dicht gereiht.

Das Dentin enthält 20—30 Procent organische Substanz, welche gleich dem Knochen beim Kochen Leim gibt; die Asche besteht vorwiegend aus Kalksalzen. Seine Härte schwankt zwischen 5 und 6.

Das Elfenbein findet ausschliesslich gewerbliche Anwendung. Der Cement- oder Schmelzüberzug wird vor der Verarbeitung entfernt. Das sogenannte „Ebur ustum“ wird nicht aus Elfenbein, sondern aus Knochen und anderen thierischen Abfällen dargestellt.

Fälschungen mit Knochen (s. d.) sind unter dem Mikroskope auf den ersten Blick zu erkennen, da die Knochensubstanz von der ihr chemisch so nahe stehenden Zahnschmelze histologisch völlig verschieden ist.

**Elimination** (*elimino*, über die Schwelle setzen) heisst in der Pharmakologie und Toxikologie die Fortschaffung der eingeführten und resorbirten Medicamente oder Gifte durch die Secrete. Dieselbe geschieht vorzugsweise durch die Nieren, bei gasförmigen Stoffen durch Lungen und Haut; ausserdem nehmen Speicheldrüsen, Thränendrüsen, Leber, Magen- und Darmschleimhaut, die Schleimhaut der Athemwerkzeuge, unter Umständen auch die Brustdrüse an der Elimination mehr oder weniger wesentlichen Antheil. Das Verhalten der einzelnen Medicamente und Gifte ist den Secretionsorganen gegenüber verschieden, ohne dass der Grund dafür überall klar vorliegt, weshalb gerade dieses oder jenes Secretionsorgan bevorzugt wird. Von einer specifischen Attractionskraft kann nicht wohl die Rede sein, da häufig ein secernirendes Organ, welches gerade in erhöhtem Maasse thätig ist, gewisse Substanzen fortschafft, die unter normalen Verhältnissen von einem anderen ausgeschieden werden, z. B. Chinin im Scheweisse bei stark transpirirenden Personen, verschiedene Alkaloide im Speichel bei künstlich durch Pilocarpin erzeugter Salivation. Eine grosse Anzahl von Stoffen verlässt den Körper unverändert in wenigen Tagen wieder. Von einzelnen dieser als Organodecursoren bezeichneten Substanzen, z. B. von chloresurem Kalium, ist der Nachweis geliefert, dass sie in der eingeführten Menge auch wieder ausgeschieden werden. Zu den Organodecursoren gehören die meisten löslichen Salze der Alkali-, Erdalkali- und Erdmetalle (Jodüre und Bromüre, Carbonate, Sulfate, Hydrochlorate, chloresure und unterchloresure, borsure, unterschwefelsure Verbindungen), ebenso die Verbindungen der meisten Pflanzenbasen. Bei anderen, insbesondere bei den Verbindungen der Schwermetalle, erfolgt die Elimination in Folge von zeitweiser Ablagerung (s. Bd. I, pag. 24) erst in weit längerer Zeit, auch nicht in Form der eingeführten Salze, sondern in solcher metallorganischer Verbindungen. Manche Medicamente und Gifte erleiden im Organismus solche Veränderungen, dass sie nicht als solche in die Secrete übertreten. Einzelne organische Substanzen unterliegen einer Destruction durch Oxydation, insofern sie durch Einwirkung des Sauerstoffs im Blute und in den Geweben die gewöhnlichen Endproducte der Verbrennung, wie sie in den Secreten zur Ausführung gelangen (Kohlensäure und Wasser bei den nicht stickstoffhaltigen Substanzen, Harnstoff bei den stickstoffhaltigen) liefern. In diesem Falle können die Secrete unter Umständen keine Spur der eingeführten Substanz enthalten; doch kann die Verbrennung auch nicht vollständig zu Stande kommen und ein Theil unverändert in die Secrete übertreten. Letzteres ist namentlich der Fall, wenn grössere Mengen eines Stoffes eingeführt werden, für die der vorhandene Sauerstoff nicht ausreicht; man kann häufig den Uebergang eines Stoffes in diese Secrete nachweisen, wenn derselbe als Gift eingeführt wurde, während derselbe in medicinalen Dosen nicht in nachweislichen Mengen eliminirt wird. So entzieht sich der Alkohol bei kleinen Dosen mitunter dem Nachweis im Harn, in dem man ihn bei berauschenden Dosen regelmässig findet. Verschiedene organische Säuren treten auch wieder unverändert im Harne auf, wenn sie als solche in grösseren Dosen gereicht werden, z. B. Apfelsäure, Weinsäure, Citronensäure, während dieselben in kleineren Mengen mit den Alkalien im Organismus Salze bilden und so, oder wenn sie als neutrale Alkalisalze eingeführt werden, wie auch die entsprechenden Salze der Essigsäure, Ameisensäure und Baldriansäure, als Carbonate im Harne auftreten. Neben den Endproducten der Verbrennung organischer Körper finden sich aber nach manchen unorganischen und organischen Stoffen noch Körper in den Secreten, welche ebenfalls dem Einflusse der Oxydation ihre Entstehung verdanken. So findet sich Schwefelnatrium bei Einführung medicinaler Dosen im Harn als Natriumsulfat wieder, schwefligsäure und unterschwefligsäure Alkalien verbrennen ebenfalls zu Sulfaten, salpetrigsäure Salze zu Nitraten. Neben der Oxydation

können aber auch andere Processe im Organismus Anlass geben, dass andere Verbindungen als die eingeführte in den Secreten erscheinen. So erscheint Ferrieyankalium theilweise als Ferroeyankalium im Harn, während Ferroeyankalium durch Oxydation in ersteres verwandelt wird. Auf die Combination von Oxydation und Reduction und die dadurch bedingte Wasserentziehung hat man auch die Bildung von Harnstoff aus kohlensaurem Ammoniak zurückgeführt, welche von Anderen indessen auf complicirtere Processe bezogen wird. Solche Processe sind theils Spaltungen, theils Synthesen, vereinzelt auch moleculäre Umlagerungen, die nicht selten auch mit Oxydations- und Reductionsprocessen einhergehen und sich mitunter nicht am ursprünglich eingeführten Körper, sondern an einem Oxydationsproducte vollziehen. So erscheinen dann in den Secreten, namentlich im Urin, von der eingeführten Substanz ganz verschiedene Verbindungen, häufig mehrere neben einander und mit einem Theile des durch die Organe ohne Veränderung hindurchgegangenen Arzneimittels. Spaltungen sind weniger häufig als Synthesen; doch findet sich nach Salicin Saligenin neben einer Reihe anderer Körper, nach Solanin Solanidin (DRAGENDORFF). Auch der Uebergang der Gerbsäure in Gallussäure ist als Spaltung gedeutet, gehört aber wohl zu den moleculären Umsetzungen, für welche Chinin ein anderes Beispiel gibt, das nach KERNER theilweise als amorphes Chinin, theils als Oxydationsproduct (Dihydroxylechinin) im Urin auftritt. Synthesen verschiedener Art finden sich besonders bei aromatischen Verbindungen. Am längsten bekannt ist die von WÖHLER entdeckte Umwandlung von Benzoësäure ( $C_7 H_6 O_2$ ) in Hippursäure ( $C_9 H_2 NO_2$ ) durch Paarung mit Glycocoll ( $C_2 H_5 NO_2$ ) und Abgabe von Wasser, der sich der Uebergang von Toluylsäure, Salicylsäure und Anissäure in analog zusammengesetzte Säuren (Tolursäure, Salicylursäure, Anisursäure) anschließt. In ähnlicher Weise paart sich die aus Chinasäure und Zimmtsäure durch Oxydation im Thierkörper entstehende Benzoësäure mit Glycocoll und erscheint als Hippursäure im Harn. Eine andere Paarung ist die von BAUMANN und HERTEL entdeckte mit Schwefelsäure, welche für Phenol, Cresol, Thymol, Naphtol, Salicylamid und ähnliche Körper nachgewiesen wurde, die als Aetherschwefelsäuren im Harn erscheinen. Eine dritte ist diejenige mit Glycuronsäure ( $C_6 H_{10} O_7$ ), welche sich bei Einführung von Kampfer und Terpentinöl (SCHMIEDEBERG), aber auch bei Phenol, Thymol, Naphtol und diversen aromatischen Stoffen neben der Paarung mit Schwefelsäure vollzieht. Auf Glycuronsäurepaarung ist auch die Ausscheidung des Chloralhydrats und Butylchlorats als Urochloralsäure und Urobutylchloralsäure zu beziehen, doch findet diese erst nach zuvoriger Reduction der eingeführten Körper zu Trichloräthylalkohol, beziehungsweise Trichlorbutylalkohol statt. Als Beispiel complicirter Veränderungen nennen wir das Jodoform, von dem sich Jod abspaltet und in Form von Jodalkalien, zum Theil vielleicht auch von jodsauren Salzen erscheint, neben denen dann aber auch noch eine organische Jodverbindung im Urin sich findet, ferner das bereits mehrfach erwähnte Phenol, das bei Vergiftungen theils als solches, theils als Aetherschwefelsäure oder Glycuronsäureverbindung im Harn erscheint, daneben aber auch zu Hydrochinon und Brenzcatechin sich oxydirt, von denen das erstere wieder theilweise mit Schwefelsäure sich paart, theilweise zu gefärbten Producten weiter verbrennt.

Die Kenntniss der Elimination der einzelnen Stoffe hat namentlich dadurch Bedeutung, dass die Secrete, und vor Allem der Urin, ein werthvolles Untersuchungsobject für gerichtliche Fälle abgeben, da das Gelingen des Nachweises eines Giftes oder daraus im Thierkörper entstehender Substanzen in denselben den Beweis einer stattgehabten Vergiftung liefern kann. Die Elimination durch den Harn ist mitunter so bedeutend, dass der Urin selbst giftige Wirkung äussern kann. Durch glaubwürdige Reisende ist verbürgt, dass der Harn der Personen, welche in Ostasien den Fliegenpilz als Berausungsmittel verwenden, dieselben Erscheinungen hervorruft. Fast alle oben angeführten Beispiele für die verschiedenen Ausscheidungsweisen beziehen sich auf den Harn, und einzelne Arten der Elimination haben nur für diese Giltigkeit, z. B. die Hippursäurebildung aus Benzoësäure, die

aller Wahrscheinlichkeit nach in den Nieren durch ein eigenthümliches Ferment (Histozym) bewirkt wird. Aber auch andere Secrete entbehren der toxikologischen Bedeutung keineswegs; namentlich erscheint die Galle für die Elimination der Metalle von besonderer Wichtigkeit. Weniger Bedeutung besitzt die Elimination durch die Haut, obschon nicht bloss flüchtige Stoffe, wie Schwefelwasserstoff, Tellurwasserstoff, Kakodyl, die Stinkstoffe von *Asa foetida* und *Allium*, welche der Hautausdünstung ihren Geruch mittheilen, durch dieselbe eliminirt werden, sondern auch Quecksilber, Jod und Jodalkalien, Arsenikalien, Kupfer, Chinin, verschiedene organische Säuren und Farbstoffe (Indigo, Rhabarber), die im Scheweisse nachgewiesen wurden. Im Speichel sind Quecksilber, Jod, Salicylsäure, Chlorlithium, diverse Alkaloide, namentlich auch das im Harn nicht nachweisbare Physostigmin, aufgewiesen; im Magensaft Natriumsalicylat, Quecksilberchlorid, Jod, Chlorlithium, Chinin, Atropin, Strychnin u. a.

Ein besonderes Interesse gewährt die Elimination durch die Milch, nicht bloss wegen der reichlichen Anzahl von Stoffen (Zink, Blei, Eisen, Wismut, Salicylsäure, Jod, manche Riech- und Farbstoffe, wie Anis-, Cumin-, Dillöl, Wurmsamenöl, Terpentin, Knoblauchöl, Copaivaöl, Indigo, viele Bitterstoffe u. a.), die in dieselbe übergehen, sondern auch, weil einzelne Stoffe unter Umständen in solchen Mengen in die Milch übertreten, dass sie vergiftend und selbst letal auf den die Milch geniessenden Säugling wirken können. Es gilt dies ganz besonders für arsenigsaures Kali und Morphin (Opium), doch nur, wo diese in toxischer Dose gegeben wurden, nicht nach den internen oder subcutanen Medicinalgaben (BROUARDEL, FEHLING). Inwieweit der purgirende Effect der Milch von Müttern, welche Senneblätter, Scammonium, Ricinusöl genommen haben, auf dem Uebergange des activen Stoffes in die Milch beruht, ist nicht völlig sicher.

Die zeitlichen Verhältnisse der Elimination sind nur für wenige Stoffe genau erforscht. Unter den Organodeursoren werden Stoffe von sonst gleichen Eigenschaften mit grösserem Diffusionsvermögen rascher als diejenigen mit geringerem Diffusionsvermögen eliminirt. Manche Stoffe erscheinen schon in wenigen Minuten in den Secreten, selbst ehe sie deutliche Wirkung ausgeübt haben, z. B. Salicylsäure und Strychnin im Harn, Jodkalium im Speichel und Harn. Die Elimination erreicht bei solchen ihre Höhe in den ersten Stunden und ist in 24—36 Stunden nahezu vollendet. Auf die Schnelligkeit der Ausscheidung wirken übrigens alle die Resorption fördernden Momente (s. *Aufsaugung*, Bd. II, pag. 18) beschleunigend; namentlich sind die Applicationsstellen von besonderer Bedeutung. So erscheinen Jodkalium, Ferrocyankalium u. a. rascher nach directer Einführung in das Blut und bei Subcutanapplication in den Secreten als nach interner Verabreichung. Bei letzterer wirken Fieber und pathologische Zustände des Magens retardirend. Bei Stoffen, welche in Folge von Deposition langsamer und intermittirend ausgeschieden werden, lässt sich die Elimination durch chemische Lösungsmittel und secretionsbefördernde Substanzen (s. *Antidota*, Bd. I, pag. 420) beschleunigen oder wieder in Gang bringen.

Th. Husemann.

**Elisabethiner Blutreinigungspillen** des Apothekers NEUSTEIN in Wien bestehen nach HAHN vorwiegend aus *Aloe* und *Jalapa* mit einem geringen Zusatz von *Rheum* und *Pulpa Tamarindorum*. Sie sind weiss candirt. Von derselben Firma werden auch verstärkte, rosa candirte Pillen in den Verkehr gebracht.

**Elisabethiner Kugeln**, Globuli ad erysipelas, sind (nach einer österreichischen Vorschrift) circa 30 g schwere Kugeln, welche aus einer Pulvermischung von 25 Th. *Ammonium chloratum*, 25 Th. *Camphora*, 50 Th. *Alumen*, 300 Th. *Cerussa* und 600 Th. *Oreta* mit Hilfe von Stärkekleister geformt, dann bei gelinder Wärme getrocknet werden. Weiche Leinwandlappen werden mit diesen Kugeln reichlich bestrichen und über die entzündete Stelle gelegt.

**Elisabethquelle**, s. Homburg, Mehadia, Giesshübl.

**Elixir** (Elixirium). Vom arabischen *eksir* oder *iksir*, Stein der Weisen, mit dem Artikel *el*, nicht von *ελιξίς*, *ελλιξίς*, Lecksaft, oder *elixus*, in einer Brühe gesotten, abstammende, von den Paracelsisten angewandte Bezeichnung für von ihnen als überaus werthvoll erachtete, mit Weingeist oder mit Weingeist und Säuren oder Alkalien gemachte flüssige Auszüge aus mehreren Drogen. Das Elixir ist somit eine Tinctur oder *Tinctura composita*, mit welchem Namen man jetzt auch die Mehrzahl der unter dem Namen Elixir officinellen Präparate belegt, und unterscheidet sich von gewöhnlichen Tincturen nur durch grössere Concentration und davon herrührende dickflüssige, häufig trübe und sedimentirende Beschaffenheit. Viele der älteren Elixire, z. B. *Elixir amarum*, *Elixir Aurantium compositum*, sind jetzt nicht mehr Auszugsformen, sondern Lösungen von Extracten und Mischungen von Tincturen (Mixturen). Vereinzelt ist auch für besonders wirksam gehaltene Mixturen anderer Art der Name Elixir beibehalten, z. B. für *Elixir pectorale s. e succo Liquiritiae*, dessen Basis Wasser bildet, oder Mischungen von Mineralsäuren und Alkohol (*Elixir acidum Rabelii*, *El. acidum Halleri*). Neueren Datums ist die Verwendung der Bezeichnung für Tafelliqueure, die durch Mischung von spirituösen Destillaten oder in Weingeist gelösten ätherischen Oelen mit Zucker erhalten werden (BÉRAL). Auch in diesem Sinne ist der Ausdruck in einzelne Pharmakopöen übergegangen, besonders in die französische, die das Elixir als eine Mischung von Syrup mit Alkoholarten definiert, ohne dass ein einziges ihrer Elixire genau in dieser Weise hergestellt würde. Solche moderne süsse Elixire sind das *Elixir de Garus*, *Elixir de pepsine*, *Elixirium Coca Belg.* und *Elixir Aurantii* der amerikanischen Pharmakopöe. Die Zahl der Elixire nimmt in den Pharmakopöen von Jahr zu Jahr ab, die Ph. Austr. kennt gar keine „Elixire“ mehr, die Ph. Germ. führt deren noch drei auf.

Th. Husemann.

**Elixir acidum Haller oder Dippel** ist gleich *Mixtura sulfurica acida* Ph. Germ. und *Liquor acidus Halleri* Ph. Austr.

**Elixir ad longam vitam**, schwedisches Lebenselixir, Augsburger Lebenselixir, KINSOW'sche Lebensessenz. Die Ph. Germ. I. gab unter dem Namen „*Tinctura Aloës composita*“ folgende Vorschrift zu dem Elixir: 9 Th. *Aloë* und je 1 Th. *Euziamwurzel*, *Rhabarber*, *Zittwerwurzel*, *Safran* und *Lärchenschwamm* werden mit 200 Th. *Spiritus dilutus* durch Digestion zur Tinctur bereitet. Nach älteren Vorschriften werden den vorstehenden Species noch hinzugefügt 1 Th. *Galgantwurzel*, 1 Th. *Myrrhe* und 2 Th. *Theriak*. — Vergl. auch Augsburger Lebensessenz, Bd. II, pag. 28.

**Elixir alexipharmacum Huxham** ist eine Tinctur, aus 24 Th. *Cortex Chinae*, 6 Th. *Cortex Aurantii*, 5 Th. *Radix Serpentariae*, 2 Th. *Crocus* und 1 Th. *Coccionella* mit 275 Th. *Spiritus dilutus* bereitet.

**Elixir amarum** Ph. Germ. II.: 10 Th. *Extractum Absinthii* und 5 Th. *Elaeosacch. Menthae piper.* werden in 25 Th. *Aqua* vertheilt und dieser Mischung je 5 Th. *Tinct. amara* und *Tinct. aromatica* zugefügt. — Nach Ph. Germ. I. dagegen wurden je 2 Th. *Extractum Trifolii* und *Extractum Aurantii cort.* in 16 Th. *Aqua Menthae piper.* und 16 Th. *Spiritus dilutus* gelöst und 1 Th. *Spiritus aethereus* hinzugemischt.

**Elixir ammoniacale-opiatum** ist eine Mischung aus 40 Th. *Elixir e succo Liquiritiae* und 1 Th. *Tinct. Opii crocata*.

**Elixir anticatarrhale Hufeland** ist eine Mischung aus 4 Th. *Extr. Cardui bened.*, 1 Th. *Extr. Dulcamarae*, 5 Th. *Aqua Laurocerasi* und 30 Th. *Aqua Foeniculi*.

**Elixir aperitivum Clauder**, s. unter Clauder, Bd. III, pag. 169.

**Elixir Aurantii compositum** (Ph. Germ.), Elixir viscerale Hoffmann, E. balsamicum temperans, E. stomachicum. 50 Th. *Cortex Aurantii*, 10 Th. *Cortex Cinnamomi* und  $2\frac{1}{2}$  Th. *Kalium carbon.* werden mit 250 Th. *Xereswein* acht Tage lang macerirt; in der abgepressten Colatur, welche durch Zusatz von *Xereswein* auf 230 Th. zu bringen ist, werden je 5 Th. *Extr. Absinthii*, *Extr. Cascarillae*, *Extr. Gentianae* und *Extr. Trifolii* gelöst. Man lässt längere Zeit absetzen und filtrirt dann.

**Elixir de Garus**, ein in Frankreich sehr gebräuchliches Stomachicum; die ursprüngliche Bereitungsweise ist ziemlich umständlich, und da das Elixir mehr als Tafelliqueur wie als Medicament dient, so gibt DORVAULT auch eine vereinfachte Vorschrift: Je 10 Th. *Tinctura Croci*, *Tinct. Cinnamomi*, *Tinct. Caryophyllorum* und *Tinct. Macidis*, 100 Th. *Aqua Aurantii florum*, 400 Th. *Alkohol* und 550 Th. *Syrupus Capilli Veneris* werden gemischt.

**Elixir paregoricum** ist *Tinctura Opii benzoïca*.

**Elixir pectorale** und **E. p. Regis Daniae**, s. *Elixir e Succo Liquiritiae*. — **E. p. Hufeland**. Je 10 Th. *Bulbi Scillae*, *Radix Helenii* und *Rhizoma Iridis Flor.*, je 5 Th. *Ammoniacum*, *Benzoë*, *Myrrha*, *Fructus Anisi* und *Succus Liquiritiae depur.* und 4 Th. *Crocus* werden mit 120 Th. *Spiritus dilutus* digerirt.

**Elixir Proprietatis Paracelsi** (Ph. Germ. I.), *Elixir Proprietatis acidum*. 2 Th. *Aloë*, 2 Th. *Myrrha* und 1 Th. *Crocus* werden mit einem Gemisch aus 24 Th. *Spiritus* und 2 Th. *Acidum sulfuricum dilutum* acht Tage hindureh macerirt. — **E. P. sine acido** oder **E. P. salinum** oder **E. P. Boerhave**. Eine Tinctur aus 6 Th. *Aloë*, 2 Th. *Myrrha*, 1 Th. *Crocus*, 3 Th. *Kalium tartaricum*, 7 Th. *Aqua* und 14 Th. *Spiritus dilutus*. — **E. P. cum Rheo**. 6 Th. *Aloë*, 2 Th. *Myrrha*, 1 Th. *Crocus*, 4 Th. *Radix Rhei*, 64 Th. *Vinum Hispan.* und 4 Th. *Acidum hydrochloricum*.

**Elixir Regis Daniae** und **Elixir Ringelmann** = *Elixir e Succo Liquiritiae*.

**Elixir Rhei Darelii** = *Tinctura Rhei vinosa*.

**Elixir roborans Whytt** = *Tinctura Chinae composita*.

**Elixir Stoughton**. Eine Tinctur aus je 1 Th. *Aloë* und 6 Th. *Radix Rhei*, je 6 Th. *Herba Absinthii*, *Herba Chamaedryos*, *Radix Gentianae* und *Cortex Aurantii* mit 200 Th. *Spiritus dilutus*. — Im Handverkaufe wird an vielen Orten für „STOUGHTON'sches Elixir“ *Tinctura amara* gegeben.

**Elixir e Succo Liquiritiae**, *Elixir pectorale Regis Daniae*, *Elixir RINGELMANN*. 10 Th. *Succus Liquiritiae depur.* werden in 30 Th. *Aqua Foeniculi* gelöst und 10 Th. *Liquor Ammonii anisatus* hinzugemischt. — Ph. Germ. I. liess die Mischung vor dem Dispensiren aufschütteln, nach Ph. Germ. II. dagegen soll die Mischung nach zweitägigem Stehen von dem Bodensatze abgegossen werden.

**Elixir uterinum Crollius**. Eine Mischung aus 15 Th. *Tinctura Castorei canad.*, 5 Th. *Tinct. Absinthii*, 5 Th. *Tinct. Croci* und 10 Tropfen *Oleum Anisi*.

**Elixir viscerale Hoffmann** = *Elixir Aurantii compositum*. — **E. v. Klein** ist dasselbe mit einem Zusatze von 5 Procent *Liquor Kalii acetici*.

**Elixir Vitrioli Mynsicht** = *Tinctura aromatica acida*. G. Hofmann.

**Ellagengerbsäure**,  $C_{14}H_{10}O_{10}$ , der Ellagsäure isomer, kommt mit ihr gemeinsam in den Dividivischoten und den Myrobalanen vor. Darstellung s. Ellag-



säure. Das die Ellagengerbsäure enthaltende Filtrat wird mit Chlornatrium gefällt. Der Niederschlag wird mit einem Gemisch gleicher Volumina gesättigter Kochsalzlösung und Wasser behandelt und mit Essigäther ausgeschüttelt. Bräunliche, amorphe Masse, welche, mit Wasser auf 110° erhitzt, in Ellagsäure übergeht.

Ganswindt.

**Ellagsäure**,  $C_{14}H_6O_8 + 2H_2O$ . Kommt im Pflanzenreich ziemlich häufig vor, hauptsächlich dort, wo sich Gerbsäuren in grösserer Menge vorfinden; nicht selten entsteht sie aber auch als Spaltungsproduct anderer Gerbsäuren und somit erscheint die Frage berechtigt, ob sie in jenen Pflanzen, in denen sie gefunden wird, präformirt vorhanden ist oder als ein Zersetzungsproduct betrachtet werden darf. Die Ellagsäure findet sich in den Galläpfeln, in einigen (nicht schmelzenden) indischen Bezoaren, in den Dividivischoten, den Myrobalanen, der Eichenrinde, Fichtenrinde, Tormentillwurzel und wahrscheinlich noch in einer Anzahl anderer Pflanzen. Sie bildet sich neben Zucker bei der Spaltung der Granatwurzelgerbsäure, ferner geht Gallussäure auf mehrfache Weise in Ellagsäure über; auch bildet sich letztere schon bei der üblichen Darstellung der Gallussäure als Nebenproduct. Zur Darstellung erwärmt man eine mit Soda versetzte wässrige Lösung von Gallussäureäthylester auf 60° oder erhitzt Gallussäure mit Wasser und Jod ( $2C_7H_6O_5 + 2J = C_{14}H_6O_8 + 2H_2O + 2HJ$ ). Vielfach benützt man zur Darstellung die Dividivischoten, welche man zerkleinert und mit kaltem Alkohol digerirt; das alkoholische Filtrat wird eingedampft und der Rückstand in Wasser gegossen; dabei fällt die Ellagsäure aus; das Filtrat enthält Ellagengerbsäure, welche durch Erhitzen auf 110° in Ellagsäure übergeführt werden kann. Beim Verdampfen der Lösung und Uebergiessen des Rückstandes mit Wasser wird dann eine neue Menge Ellagsäure abgeschieden. Die Ellagsäure bildet ein gelbliches krystallinisches Krystallpulver von 1.677 spec. Gew.; sie ist geschmacklos und reagirt schwach sauer; löst sich sehr wenig in kochendem Wasser, ebenso wenig in Weingeist und fast gar nicht in Aether; dagegen in Kalilauge mit tiefgelber Farbe. Letztere Lösung färbt sich an der Luft tief rothgelb und scheidet schwarze Krystalle von glaukomelansaurem Kalium ab. Uebergiesst man Ellagsäure mit Salpetersäure, welche salpetrige Säure enthält, und fügt etwas Wasser hinzu, so entsteht eine blutrothe Lösung. Diese Reaction ist für die Ellagsäure charakteristisch. Eisenchlorid färbt die Säure erst grünlich, dann schwarzblau. Ihre Salze mit den Alkalien sind in Wasser löslich und bilden hellgelbe bis citronengelbe krystallinische Pulver.

Ganswindt.

**Eller's Liquor antarthriticus** ist eine Mischung aus gleichen Theilen *Liquor Ammonii succinici* und *Spiritus aethereus*.

**Elmen** bei Magdeburg in Preussen besitzt eine Trink-, eine Badequelle und zwei Soolen. Sie sind sämmtlich kühl und stark kochsalzhaltig. Die erstgenannte Quelle führt Na Br 0.211 und Na Cl 26.44, die zweitgenannte Na Br 0.658 und Na Cl 48.97 auf 1000 Th.; die Soolen enthalten 104.04, bezüglich 44.44 Na Cl in 1000 Th.

**Elöpatak oder Arapatak** in Siebenbürgen besitzt drei Eisensäuerlinge von folgender Zusammensetzung:

	Stammbrunnen	Neubrunnen	Béldibrunnen
Kohlensaures Natron . . . . .	1.284	0.922	0.627
Kohlensauren Kalk . . . . .	1.175	1.382	0.599
Kohlensaure Magnesia . . . . .	0.780	0.581	0.777
Kohlensaures Eisenoxydul . . . . .	0.208	0.306	0.145
Summe der festen Bestandtheile . . . . .	3.643	3.359	2.360
Freie Kohlensäure . . . . .	1.983	1.536	1.215

**Elorrio** in Spanien besitzt kalte Schwefelquellen.

**Elsholtzia**, Gattung der *Labiatae*, Unterfamilie *Satureineae*, charakterisirt durch glockigen, fünfzähligen Kelch, vierspaltige Blumenkrone, aus welcher die spreizenden Staubfäden etwas hervorragen.

*Elsholtzia cristata* Willd. (*Hyssopus ocimifolius* Lam.) ist ein ☉, aus Asien stammendes Kraut mit behaarten Stengeln und kahlen Blättern, welches wegen des rosenähnlichen Geruches in Gärten gezogen wird.

**Elster** in Sachsen hat sechs kalte Quellen, von welchen die Salzquelle eine alkalisch-salinische, die übrigen fünf Eisenquellen sind. Die erstere enthält NaCl 0.801, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5.262, NaCO<sub>3</sub> 1.718 und FeH<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0.062 in 1000 Th. Dieser zunächst stehen die Alberts-, Königs- und Marienquelle mit NaCl 1.08, 1.39 und 1.88, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3.13, 2.05 und 2.93, NaHCO<sub>3</sub> 0.86, 0.87 und 0.72 und FeH<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0.058, 0.084 und 0.062 in 1000 Th. An fixen Bestandtheilen die ärmsten und an Eisen relativ die reichsten Quellen sind die Johannisquelle und die Moritzquelle, welche neben NaCl 0.39 und 0.68, dann Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.59 und 0.95 noch FeH<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0.056 und 0.085 enthalten.

**Email**, Schmelze, Schmelzglas, Glasur, ist eine leichtflüssige, meist undurchsichtige, seltener durchsichtige, gefärbte oder ungefärbte Glasmasse, welche entweder zu Decorationszwecken (Emaillé auf goldenen Schmucksachen, Ordensdecorationen, Emaillé-Malerei) oder als Schutzmittel zum Ueberziehen von Glas, Porzellan oder Metallen verwendet wird. Ein Beispiel der ersteren Art sind die Emailleschilder auf den Glasstandgefäßen der Apotheken; als Beispiel der zweiten Art diene die Glasur des Porzellans (im Gegensatz zum unglasirten, sogenannten Biscuit-Porzellan); die bei Weitem umfangreichste Verwendung aber findet die Emaillé als Schutzmittel für eiserne Gefäße, zur Fabrikation des emaillirten Eisens. Um eiserne Kochgeschirre (gleichviel, ob aus Gusseisen oder Eisenblech) vor dem Rosten zu schützen, pflegt man sie entweder nur innen, oder neuerdings auch innen und aussen mit Emaillé zu überziehen, zu emailliren. Dazu benutzt man einen feuchten Brei aus Borax, Quarz, Feldspat, Thon und Wasser, den man in dem betreffenden Gefäße umschwenkt, streut auf den feuchten Ueberzug feines Pulver von Feldspat, Soda, Borax und Zinnoxid und brennt dann in einer Muffel. Ein Zusatz von Blei zur Schmelze macht die Emaillé zwar minder spröde, ist aber aus Gesundheitsrücksichten für eiserne Geschirre gesetzlich untersagt.

Die undurchsichtige weisse Farbe verdankt die Emaillé ihrem Gehalt an Zinnsäure; den gleichen Effect geben auch Antimonoxid, arsenige Säure, Calciumphosphat und Kryolith; das sogenannte Milch- oder Beinglas und das Kryolithglas oder Heissguss-Porzellan sind, streng genommen, Emailen; durchsichtige klare Emailen sind richtiger mit Fluss zu bezeichnen. Durch Zusatz von Metalloxyden kann man der Emaillé jede gewünschte Farbe ertheilen, so z. B. gelb, roth bis braun durch Eisenoxid, grün durch Chromoxid, blau durch Kobaltoxid, schwarz durch Uranoxid, Manganoxid oder Iridiumoxid. Vergl. auch Schmelzfarben.  
— Email der Zähne, s. Schmelz. Ganswindt.

**Email-Tinten** sind Verreibungen von Erdfarben oder farbigen Metalloxyden mit Wasserglas, welche die Eigenschaft besitzen, mit emailleartigem Glanz auf Glas oder Porzellan einzutrocknen und durch Wasser oder mechanische Mittel sich nur langsam wieder abreiben lassen.

**Embelia**, Gattung der *Myrsinaceae*, charakterisirt durch die freiblätterige Blumenkrone. Die Früchte von *Embelia Ribes* Burm., einer indischen Pflanze, sollen als Fälschung des Pfeffers vorgekommen sein.

**Emblica**, Gattung der *Euphorbiaceae*, Unterfamilie *Phyllanthaeae*. Halbsträucher oder Sträucher. ♂ mit 5- oder 6theiligem Kelch, 3—6 Drüsen und