

E.

Easton's Syrup ist eine amerikanische Specialität, wird aber auch in Deutschland manchmal verlangt; die Composition des Syrups ist eine echt amerikanische; er enthält pyrophosphorsaures Eisen, Chinin und Strychnin. Zur ex tempore-Darstellung desselben gibt HAGER folgende Vorschrift: 1.5 g *Chinin. purum*, 0.05 g *Strychnin. purum*, 6.0 g *Acid. phosphor.* und 10.0 g *Syrup. Sacchari* werden warm gelöst, beziehungsweise gemischt und dann noch 85.0 g *Syrup. Ferri pyrophosphorici* hinzugegeben. — Nach „Pharm. Zeitg.“ ist er eine Mischung aus 24 Gran *Chinin. sulfur.*, in 1 Drachme *Acid. phosphor.* gelöst, 2 Unzen einer wässerigen Lösung von *Ferrum pyrophosphoricum* (1:5), 6 Unzen *Syrup. Aurantii flor.* und so viel *Syrup. simplex*, dass das Ganze 1 Pint beträgt.

Eau (franz.), Wasser. Das Wort „Eau“ wird im Französischen, wie das Wort „Wasser“ im Deutschen, zur Bezeichnung von Flüssigkeiten ziemlich verschiedener Art gebraucht. Die neue Ph. Franç. theilt die Eaux médicinales ein in die destillirten und aromatischen Wässer (Eau de fleurs d'oranges, Eau de matico, Eau de rose etc.) und in die einfachen (Eau de chaux, Eau de goudron) und zusammengesetzten (Eau phagédénique, Eau sédative) wässerigen Lösungen. DORVAULT unterscheidet: a) Eaux diverses, in welche Gruppe alle einfachen und zusammengesetzten wässerigen Lösungen (Beispiele wie vorher), aber auch viele spirituöse Mischungen und Auszüge, z. B. die Eaux dentifrices, fallen; b) Eaux distillées ou Hydrolats, das sind die destillirten aromatischen Wässer; c) Eaux minérales, Mineralwässer (natürliche und künstliche). Das, was in Deutschland und Oesterreich als „Eau“ bezeichnet und meist in der Form von Specialitäten vertrieben wird, sind hauptsächlich spirituöse Parfüms (Eau de Cologne, Eau de Lissabon, Eau de Maréchal, Eau royal, Eau de Serail etc. etc.), cosmetische Waschwässer, Zahnwässer oder Zahntincturen, Haarfärbemittel und nur in wenigen Fällen wässerige Lösungen oder Mischungen (Eau de Javelle, Eau de Raspail).

Es liegt nicht im Zwecke der Encyclopädie, alle diese Eaux hier aufzuführen, jedoch sind viele der **cosmetischen Waschwässer** unter Aqua cosmetica und der **Zahnwässer** unter Aqua dentifricia bereits zusammengestellt worden und finden überdies, ebenso wie die **Haarfärbemittel** und **Parfüms**, soweit es nöthig erscheint, unter dem Namen des Erfinders oder Fabrikanten Erwähnung. — **Eau de Botot**, s. Aqua dentifricia. — **Eau des Carmes** (Karmelitergeist) = Spiritus Melissa compos. — **Eau de Cologne**, s. Aqua Coloniensis. — **Eau de Javelle** und **Eau de Labarague** = Liquor Natri hypochlorosi. — **Eau de Lavande** = Spiritus Lavandulae compos. — **Eau de Quinine** (Chininhaarwasser): 1 Th. *Chininsulfat*, 30 Th. *Glycerin*, 60 Th. *Eau de Cologne*, 60 Th. *Bay-Rum*

und 300 Th. *Rosenwasser*; oder: $\frac{1}{2}$ Th. *Chininsulfat*, 3 Th. *Ferubalsam*, 10 Th. *Oleum Ricini*, 100 Th. *Jamaica-Rum*, 50 Th. *Rosenwasser*, 10 Th. *Eau de Cologne*. — **Eau de Rabel** ist mit Flor. Rhoeados roth gefärbte Mixtura sulfurica acida (Liquor acidus Halleri Ph. Austr.). — **Eau de Raspail**. s. Aqua sedativa.

G. Hofmann.

Eaux-bonnes. Département Basses-Pyrénées in Frankreich, hat zwei Quellen, die Source d'Ortech und die Source vieille von 22°, respective 32°, welche sehr arm an festen Bestandtheilen sind. Unter diesen ist nächst NaCl 0.293, respective 0.277, NaHS 0.015 (in beiden gleichviel) bemerkenswerth. Versandt wird das Wasser der Source vieille.

Eaux-Chaudes. Département Basses-Pyrénées in Frankreich, hat drei warme Schwefelquellen (25.5°, 31.5°, 36.25°). Die Summe der fixen Bestandtheile, unter denen etwas NaHS am wichtigsten ist, ist äusserst gering.

Ebani-Gummi, ein angeblicher Ersatz für *Gummi arabicum*, ist Dextrin.

Ebenaceae. Familie der *Diospyrinae*. Bäume und Sträucher mit meist sehr hartem, in den älteren Partien dunkel gefärbtem Holz. Charakter: Blätter ganzrandig, meist lederartig. Blüten diöcisch oder zwittrig. Kelch 3—6theilig. Krone mit 3—6theiligem Saum. Staubgefässe 3—12 oder mehrere. Fruchtknoten mehrfächerig. Frucht eine saftige oder auch trockene Beere. Sydow.

Ebenholz, Ebony, Blackwood, Bois d'ébène, ist der Sammelname für schwere, harte, dunkelbraun bis schwarz gefärbte Hölzer verschiedener Abstammung, zumeist jedoch von *Ebenaceen*. — Vgl. *Diospyros*.

Viele in den Tropen heimische oder durch Cultur verbreitete *Diospyros*- und einige *Maba*-Arten liefern in ihrem Kernholz das meiste und wohl auch das geschätzteste Ebenholz, dazu kommen noch einige *Leguminosen*-Hölzer (*Acacia melanoxylon* R. Br., *Brya Ebenus* DC., *Dalbergia melanoxylon* Roxb., *D. latifolia* Rab.) u. A., deren Abstammung bisher nicht sichergestellt werden konnte. Im Handel unterscheidet man die Ebenhölzer nach ihrer Herkunft als Ceylon-, Siam-, Coromandel-, Macassar-, Mauritius-, Zanzibar-Ebenholz u. A. m.

Das echte, von *Ebenaceen* stammende Ebenholz ist mikroskopisch charakterisirt durch die unregelmässig und sparsam vertheilten, oft zu zweien oder dreien radial aneinander gereihten, von wenig Parenchym umsäumten Gefässe, durch schmale, meist nur einzellige Querreihen von Parenchym und durch ein- oder zweireihige Markstrahlen. Alle Zellmembranen sind gelblich-braun gefärbt, die Lumina meist erfüllt von einer dunkleren klumpigen Masse. Die Markstrahlen oder Parenchymzellen führen grosse Krystalle aus Kalkoxalat, welche an Spaltflächen schon mit freiem Auge als glitzernde Pünktchen zu erkennen sind. Der dunkle Inhaltskörper entsteht nach MOLISCH (Stzb. d. Wiener Akad. d. Wiss. 1879) aus Gummi und enthält Humussäure und Humuskohle.

Das von *Leguminosen* stammende Holz ist von breiteren Parenchymlagen durchsetzt und erscheint darum auf Querschnitten quer gestrichelt.

Als grünes, gelbes oder braunes Ebenholz bezeichnet man das „Greenheart“ von *Bignonia Leucoxydon* L. auf den Antillen, sowie man überhaupt im weiteren Sinne harte und schwere Hölzer ohne Rücksicht auf ihre Farbe Ebenholz zu nennen pflegt. J. Moeller.

Eber's Emplastrum jodatum. Jodi und Kalii jodati ana 0.5—1.0 g, Emplastri saponati 50 g l. a. zu mischen.

Eberesche ist *Sorbus Aucuparia* L. — **Eberraute** oder **Eberreiskraut** ist *Abrotanum*. — **Eberwurz** ist *Radix Carlinae*.

Eberhard'sches Pulver, eine in vielen Gegenden Deutschlands gebräuchliche Bezeichnung für Pulvis Liquiritiae compositus.

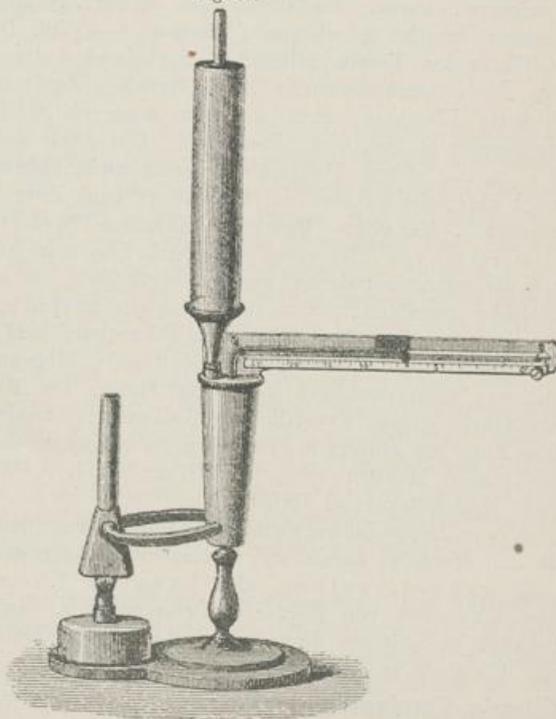
Eboli's Reaction auf Cantharidin besteht im Erhitzen des Cantharidins mit concentrirter Schwefelsäure unter Zusatz von Kaliumchromat, wobei unter Aufschäumen eine prächtig grüne Färbung auftritt, die nach einigen Stunden trübe blattgrün wird.

Ebonit, Hartgummi oder hornisirter Kautschuk, ist eine Modification des vulcanisirten Kautschuks. Es zeichnet sich vornehmlich durch seine Härte, seine schön schwarze Farbe und seinen Glanz aus und verdankt diesen Eigenschaften sein ebenholzartiges Aussehen. Die obigen Eigenschaften in Verbindung mit seiner grossen Elasticität haben ihn zu einem viel verwendeten Material gemacht; so zu Schirmgriffen, Knöpfen, Stöcken, Flöten, Stethoskopen, Tarirtellern, Trinkbechern, Unterlegeplatten. Die Herstellung ist dieselbe wie die des vulcanisirten Kautschuks. — S. auch Kautschuk. Ganswindt.

Ebstein'sche Cur, s. Entfettungseuren.

Ebullioskop. Instrument, mittelst welchem der Alkoholgehalt aus dem Siedepunkte entsprechender Flüssigkeiten bestimmt werden kann, unter Zugrundelegung der Erfahrung, dass Mischungen von Alkohol und wässrigen Flüssigkeiten einen um so niedrigeren Siedepunkt zeigen, je mehr Alkohol vorhanden, und umgekehrt. Die älteste Form des Ebullioskopes ist die von BROSSARD-VIDAL angegebene. Dieses Instrument bestand aus einem heizbaren, zur Aufnahme der alkoholhaltigen Flüssigkeit bestimmten Kesselehen und einem zum Eintauchen in die siedende Flüssigkeit bestimmten, oben offenen Thermometer mit weitem Lumen. Ueber der Oeffnung des Thermometers war im Centrum einer feststehenden Kreisscheibe eine mit Zeiger versehene, leicht bewegliche Rolle angebracht, um welche ein feines Fädchen geführt war, welches auf der einen Seite mit einem auf dem Quecksilber des Thermometers befindlichen Schwimmerchen, auf der anderen Seite mit einem entsprechenden Gegengewicht belastet war. Beim Steigen des Quecksilbers wurde der Schwimmer mit emporgehoben und in Folge dessen eine Drehung der Rolle, resp. des mit dieser verbundenen Zeigers bewirkt. Aus der so an der Kreistheilung ermittelten Zahl wurde mit Hilfe ausgerechneter Tabellen der Alkoholgehalt festgestellt. Die so ermittelten Resultate konnten nicht genau sein, weil eine schnelle gleichmässige Erwärmung der ganzen Flüssigkeit fehlte, weil während der mangelhaften Erwärmung ein Theil des Alkohols verdampfte und dadurch eine Erhöhung des Siedepunktes bewirkt werden musste, die der ursprünglichen Flüssigkeit nicht mehr

Fig. 93.



entsprechend war und weil schliesslich auf den Einfluss des jeweilig herrschenden Luftdruckes keine Rücksicht genommen war. Es wurden deshalb mehrfache Verbesserungen an diesem Instrument vorgenommen, von welchen eine wesentliche die Schwester des vorgenannten Erfinders in Vorschlag brachte. Der mit hölzernem Griff versehene kupferne Kessel des verbesserten Instrumentes hat eine mehr längliche Form, oben cylindrisch, mit breiterem nach innen vertieftem Boden und wird in einem blechernen Ofen mittelst einer Spiritusflamme erhitzt. Der Kessel ist mit einem Deckel verschlossen, in welchem zwei Oeffnungen vorhanden sind, eine für das Thermometer, die andere für ein längeres Rohr, mittelst welchem die Communication mit der äusseren Luft hergestellt wird. Das Thermometer taucht mit seiner Kugel tief in die Flüssigkeit ein, während die Röhre desselben bald nach ihrem Austritt aus dem Apparat rechtwinklig umgebogen und an einer Messingplatte befestigt ist. Mit der Messingplatte ist ferner ein verschiebbares Lineal verbunden, auf welches sowohl die Thermometerscala, als wie auch die dieser entsprechenden Alkoholprocente angegeben sind. Diese regulirbare Scala ist eine spätere Verbesserung von CONATY und hat den Zweck, die Resultate von den Schwankungen des Luftdruckes unabhängig zu machen, insofern der Nullpunkt (Kochpunkt) jedesmal in einem Vorversuche durch Kochen von destillirtem Wasser ermittelt und die Scala dementsprechend eingestellt wird. Die Communicationsröhre ist später von JAQUELIN mit einem Mantel umgeben worden, behufs Zuführung von Kühlwasser und Verdichtung entweichender Alkoholdämpfe.

Im Princip ebenso, aber von etwas abweichender Form, sind die von TABARIÉ, URE und POHLE construirten Apparate. Die weitaus grösste Verbreitung dürfte das Ebullioskop von MALLIGAND (Fig. 93) gefunden haben, welches vielfach in chemischen Laboratorien, mehr aber noch in technischen Betriebsanstalten anzutreffen ist und nach Angaben berufener Sachverständiger durchaus zuverlässige Resultate gewähren soll.

Das MALLIGAND'sche Instrument besteht aus einem conischen Kessel, welcher mit einem ringförmigen Siederohr versehen ist, im Uebrigen die Aptirung des verbesserten VIDAL'schen Ebullioskopes trägt. Das Siederohr bildet keinen wirklichen Ring, sondern nur den grösseren Theil eines solchen und ist mit seinen beiden offenen, sich diametral gegenüberstehenden Enden dem Kessel eingefügt, während der mittlere Theil des Rohres durch einen Schornstein geführt ist und in diesem mittelst einer passenden Flamme erhitzt wird. Diese Einrichtung bewirkt eine schnelle und gleichmässige Durchwärmung der Flüssigkeit, während im Kühlrohr die Condensirung entweichender Dämpfe stattfindet und durch die Anwendung des Thermometers mit verschiebbarer Scala die Beeinflussung des Siedepunktes durch den jeweilig herrschenden Luftdruck paralysirt wird. — Die Anwendung des Ebullioskops geschieht bei der Prüfung alkoholhaltiger Flüssigkeiten, wie Wein, Bier, Liqueure. Die Flüssigkeiten dürfen nicht mehr als 25 Procent Alkohol enthalten, andernfalls müssen sie soweit verdünnt werden, wenn richtige Resultate erhalten werden sollen. Flüssigkeiten, in denen Gase gelöst oder suspendirt sind, z. B. kohlenstoffhaltiges Bier, Champagner, können nicht mit dem Ebullioskop untersucht werden, es sei denn, dass die Gase durch geeignete Mittel, z. B. durch Sättigung mit Kalkhydrat, beseitigt worden wären. Dagegen beeinträchtigen organische Körper, wie Weinsäure, Zucker u. s. w., die Richtigkeit der Resultate nicht. Die Differenz zwischen den durch die Destillationsmethode und der mittels des Ebullioskopes gefundenen Zahlen beträgt durchschnittlich 0.1 Procent; indessen sind auch Differenzen von 0.3—0.6 Procent beobachtet worden. Elsner.

Ebulus ist eine von SPACH aufgestellte *Caprifoliaceen*-Gattung, synonym mit *Sambucus Tournef.*

Fructus (Baccæ), Folia, Flores, Cortex et Radix Ebuli stammen von *Sambucus Ebulus L.*, einer von dem gemeinen Hollunder (*S. nigra L.*) an den

Nebenblättern und durch dreizählig verästigte, übelriechenden Trugdolden leicht zu unterscheidende Art. Früher benützte man alle die genannten Theile; jetzt sind sie obsolet bis auf den aus den Beeren bereiteten *Roob Ebuli*, der sogar von der Ph. Helv. noch vorgeschrieben ist. Er wirkt purgirend, in grossen Mengen giftig.

Ebur ustum, gebranntes Elfenbein, ist eine Bezeichnung für Knochenkohle überhaupt, ohne Rücksicht auf das Rohmaterial. — S. *Carbo ossium*, Bd. II, pag. 543.

Eburin, eine Nachahmung des Elfenbeins aus Cellulose, Holzmehl und Eiweiss.

Ecbalin ist eine von WALZ in *Ecbalium officinale* Nees neben dem Hauptbestandtheil Elaterin aufgefundenen Körper. Das Ecbalin (auch Elaterinsäure genannt) bildet nach WALZ ein gelbes, weiches Harz von stark bitterem und kratzendem Geschmack; es löst sich in etwa 20 Th. Wasser, leichter in Alkohol und Aether, auch in wässerigen Alkalien. Ob das Ecbalin als solches in der Pflanze sich vorfindet oder ob es als Spaltungsproduct des Elaterins bei der Gewinnung desselben sich erst bildet, ist bis heute noch nicht erwiesen. Auch die angegebene Formel $C_{20}H_{34}O_4$ wird noch der Bestätigung bedürfen. Ganswindt.

Ecballium oder Ecbalium, Gattung der *Cucurbitaceae*, Unterfamilie *Cucumerinae*, mit einer einzigen Art:

Ecballium Elaterium Rich. (*E. agreste* Rehb., *E. officinale* Nees, *Momordica Elaterium* L.), Spritz- oder Eselsgurke. Sie besitzt eine dicke Wurzel, fleischige, rankenlose Stengel, grosse, langstielige, zottig-weichstachelige Blätter und gelbe, einhäusige Blüten, die ♂ in Trauben, die ♀ einzeln in den Blattachseln. Die ellipsoidischen Beerenfrüchte dienen zur Bereitung des Elaterium.

Ecbolica (ἐκβάλλω, hinauswerfen, verwerfen, davon ἐκβολή, Abortus) synonym mit Abortiva (Bd. I, pag. 27). Richtiger würde *Ecbolia* sein (nach dem griechischen Adjectivum ἐκβολιος, fruchtabtreibend). Die Geburtshelfer gebrauchen die Bezeichnung Ecbolica häufig auch, jedoch unrichtig, als gleichbedeutend mit wehentreibenden Mitteln (*Odyneogoga*). Th. Husemann.

Ecbolin und Ergotin sind nicht gut einzeln zu besprechen, da sie zum Theil gleiches Verhalten zeigen und aus der gleichen Pflanze stammen, nämlich aus dem Mutterkorn. Es sind Bezeichnungen für zwei Alkaloide. Der Name Ergotin ist aber ausserdem durch BONJEAN als Synonym aufgebracht worden für das *Extr. Secalis cornuti aquosum*, in welcher Beziehung man unter diesem Stichwort vergleichen möge.

Dass man aus dem Mutterkorn ausser Leucin und dem nach BRIEGER (1887) aus Zersetzung des Cholin entstehenden Trimethylamin noch andere basische Körper von Alkaloidcharakter darstellen könne, zeigte 1864 W. T. WENZELL¹⁾ in La Crosse in Wisconsin. Er fand nämlich, dass concentrirte wässrige Mutterkornauszüge noch nach dem Ausfällen mit neutralem Bleiacetat Alkaloidreactionen geben. Wie ich²⁾ 1884 gezeigt habe, ist damit die Anwesenheit von Alkaloiden aber noch keineswegs erwiesen, indem das mit neutralem Bleiacetat ausgefällte Mutterkornextract ja noch die Ergotinsäure enthält, welche nicht einmal durch Bleiessigfällung, sondern nur durch ammoniakalische Bleiessigfällung abgetrennt werden kann. Diese Säure gibt aber noch bei 10000facher Verdünnung mit Phosphorwolframsäure einen voluminösen Niederschlag.

WENZELL fällte das mit neutralem Bleiacetat gereinigte Mutterkornextract erst mit Sublimat und das Filtrat davon mit Phosphormolybdänsäure. Die Substanz aus dem Sublimatniederschlag nannte er Ergotin und die aus dem Phosphormolybdänniederschlag Ecbolin. Ob diese beiden Substanzen auf die Gebärmutter wirken, stellte er nicht fest.

Wer sich überzeugen will, wie fehlerhaft dies Verfahren ist, der fälle die eine Hälfte einer Extractlösung mit neutralem Bleiacetat und die andere mit ammoniakalischem aus, schaffe Ammoniak und Blei fort und stelle nun die beiden Basen aus beiden Hälften dar. Er wird sich über den Unterschied gewiss wundern.

Aber auch zugegeben, man hätte die Ergotinsäure erst völlig beseitigt, so ist die WENZEL'sche Fällung doch fehlerhaft, denn weder das eine, noch das andere seiner Fällungsmittel fällt eines der vorhandenen Alkaloide vollkommen. WENZEL hätte gut gethan, bei der Sublimatfällung etwas Barytwasser zuzusetzen, wodurch die Fällung reichlicher wird. Man erhält dann in dem von Baryt und Quecksilber befreiten Filtrate meist keine Fällung mehr mit Phosphormolybdänsäure.

Ueberhaupt muss man trotz DENZEL's neuen Bemühungen⁵⁾, das Eebolin zu allgemeiner Anerkennung zu bringen, die Begriffe Ergotin und Eebolin für Mutterkornalkaloide ganz fallen lassen und einfach giftige und ungiftige Mutterkornalkaloide unterscheiden. Von ersteren siehe das Nähere unter Cornutin (Bd. III, pag. 301), von letzteren unter Ergotin.

MANASSEWITSCH⁴⁾ erhielt bei Fortsetzung und Verbesserung der WENZEL'schen Versuche durch fractionirte Sublimatfällung vier Niederschläge, welche alle nach Beseitigung des Hg Basen zu enthalten schienen, d. h. sie gaben beim Kochen mit KOH Trimethylaminreaction.

Dieser Beweis ist jedoch keineswegs stichhaltig. Die Existenz des Eebolins konnte MANASSEWITSCH nicht bestätigen; ebensowenig gelang ihm die Darstellung des WENZEL'schen Ergotins. Ferner gibt auch die Ergotinsäure beim Behandeln mit Kalilauge basische Zersetzungsproducte.

MANASSEWITSCH stellte dann ein eigenes Ergotin dar und fand durch Analyse dafür die Formel $C_{50}H_{52}N_2O_3$. Ueber die Wirkungen dieser Base ist nichts bekannt.

1869 wurden WENZEL's Angaben über das Eebolin von HERMANN⁵⁾ bestätigt. Ein Jahr später hat auch GANSER⁶⁾ sowohl das Eebolin als das Ergotin dargestellt.

1872 lieferte WENZEL⁷⁾ einen Nachtrag, in welchem er die Behauptung, dass im Mutterkorn zwei amorphe Alkaloide vorkommen, aufrecht erhält, aber zu ihrer Darstellung eine neue Methode angibt.

Die nach dieser Methode gewonnenen Präparate sind den ursprünglichen ziemlich ähnlich.

DRAGENDORFF und PODWYSSOTZKI⁸⁾ beseitigten zunächst durch Fällung alle Ergotinsäure aus den wässerigen Mutterkornauszügen und fällten aus den Filtraten ein Alkaloid, Pikrosclerotin, welches sehr giftig war. An die Existenz eines Ergotin und Eebolin glauben sie nicht.

BLUMBERG⁹⁾ setzte unter DRAGENDORFF diese Versuche fort und stellte ebenfalls ein, vielleicht mit dem vorigen identisches Alkaloid dar. Die Menge des gewonnenen Pikrosclerotin war so gering, dass seine Giftigkeit sich eben nur an Fröschen feststellen liess. Welche Organe es beeinflusst, ist unbekannt. — S. auch Ergotinum und Extractum Secalis cornuti.

¹⁾ Amerik. Journ. of Pharm. T. XXXVI, pag. 193, übersetzt in Wittstein's Vierteljahrsh. f. prakt. Pharmacie. 1867, VI, pag. 387. — ²⁾ Ueber die Bestandtheile und Wirkungen des Mutterkorns. Leipzig, Vogel, 1884. — ³⁾ Arch. d. Pharmacie. 1884, III. Reihe, Bd. 22, Heft 2. — ⁴⁾ Pharmac. Zeitung f. Russland. 1867, VI, pag. 387. — ⁵⁾ Arch. d. Pharmacie. Bd. 150, II. Reihe, pag. 256. — ⁶⁾ Arch. d. Pharmacie. 1870, Bd. 144, II. Reihe, pag. 195. — ⁷⁾ Pharmac. Vierteljahrsh. Bd. 18, pag. 481. — ⁸⁾ Ein Beitrag zur Kenntniss der Mutterkornalkaloide. Inaug.-Dissert. Dorpat 1877. — ⁹⁾ Arch. f. exp. Pathologie u. Pharmacologie. 1877, VI, pag. 153.

Kobert.

Eccard, Tinctura Eccardi, eine wohl kaum mehr gebrauchte Bezeichnung der Tinctura Opii simplex.

Ecchymosis (ἐκ und χυμός, Saft) heisst ein umschriebener Blutaustritt unter die Haut. Für die gerichtliche Medicin sind die Ecchymosen sehr wichtig, weil sie bei bestimmten Verletzungen am Lebenden und an der Leiche in charakteristischer Form auftreten.

Eccoprotica (ἐκ, aus und κόπρος, Koth), Bezeichnung für mildwirkende, den Koth ohne auffällige Reizung des Darmes und ohne bedeutende wässerige Absonderung herausbefördernde Abführmittel (vergl. Bd. I, pag. 18). Als adjectivische Benennung dient das Wort auch zur Unterscheidung des einfachen Klysters, *Clyisma eccoproticum*, vom medicinischen Klystiere. Th. Husemann.

Egonin, $C_9 H_{15} NO_3 + H_2 O$, ist ein Zersetzungsproduct des Cocains. Erhitzt man letzteres mit concentrirter Salzsäure im Druckrohr auf 100° , so zerlegt es sich in Benzoësäure, Methylalkohol und Egonin, welches nach dem Entfernen des Methylalkohols und der Benzoësäure mittelst Aether als salzsaures Egonin zurückbleibt. Durch Auswaschen mit absolutem Alkohol, Digeriren des Hydrochlorats mit überschüssigem Silberoxyd, Filtration und wiederholtes Umkrystallisiren aus Alkohol erhält man das reine Egonin als farblose, glasglänzende, monokline Prismen, welche bei 198° unter Bräunung schmelzen, sehr leicht in Wasser, minder leicht in absolutem Alkohol löslich, in Aether unlöslich sind (s. auch den Artikel Cocain). Sein Platindoppelsalz ist in Wasser leicht löslich und krystallisirt in langen, orangeröthen, spießigen Krystallen. Ganswindt.

Echicerin, $C_{50} H_{48} O_2$, ist einer der verschiedenen Bestandtheile der Ditarinde von *Echites scholaris* L. Man gewinnt es neben Echikautschin und Echitin durch Extraction der Ditarinde mit Ligroin und Verdampfen des Ligroins. Kocht man den Rückstand wiederholt mit Alkohol aus, bis dieser beim Erkalten keine Krystalle mehr fallen lässt, so bleibt Echikautschin ungelöst, Echicerin und Echitin gehen in Lösung und krystallisiren zusammen aus. Dem Krystallgemisch wird durch sehr wenig Ligroin hauptsächlich Echicerin entzogen, welches durch wiederholtes Umkrystallisiren aus Alkohol gereinigt wird. Es bildet kleine Nadeln, welche bei 157° schmelzen und äusserst leicht löslich sind in Aether, Ligroin, Benzol, Chloroform; schwer löslich in Alkohol. Die ätherische Lösung ist rechtsdrehend. Ganswindt.

Echidnin. Ein von BONAPARTE aus dem Secret der Viper isolirter Körper in Form eines glänzenden durchsichtigen Firnisses, welcher, mit Kali erhitzt, Ammoniak liefert.

Echikautschin, $C_{27} H_{40} O_2$. Darstellung s. Echicerin. Die nach dem wiederholten Auskochen mit Alkohol zurückbleibende Masse wird mit kaltem Ligroin gewaschen. Es bildet dann eine zähe, bernsteingelbe Masse, welche unter 0° spröde wird und in Chloroform, Aether, Benzol und Ligroin leicht löslich, in heissem Alkohol dagegen fast unlöslich ist. Ganswindt.

Echinococcus, Hülsenwurm, Igelkorn, ist ein sogenannter Blasen-

Fig. 94.

*Taenia Echinococcus.*

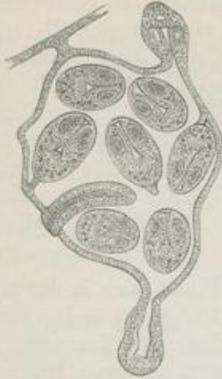
wurm (s. Bd. II, pag. 279), eine Entwicklungsform im Generationswechsel des Bandwurmes, *Taenia Echinococcus* Sieb., welcher im Darne des Hundes, Wolfes und Schakals lebt. Die Köpfe sind mikroskopisch klein, aber ausserordentlich zahlreich und sitzen auf der inneren Oberfläche einer bis manneskopfgrossen Blase, welche milchglasfarben, geronnenem Hühnereiweiss ähnlich ist. Diese Echinococcusblase ist manchesmal einfach, anderemale birgt sie in ihrem Inneren Tochterblasen, und diese können wiederum Enkel- und Urenkelblasen enthalten. Die Echinococcenköpfchen (*Scolices*) sitzen mit einem dünnen Stiele auf, haben ein Rostellum mit doppeltem Hakenkranz und vier Saugnapfe. Nur selten ereignet es sich, dass Echinococcusblasen frei von Köpfen sind, sogenannter steriler Echinococcus. Die Echinococcusblasen kommen in Wiederkäuern, im Schwein, Zebra und im Menschen vor, am häufigsten in der Leber und in der Lunge, gelegentlich aber in allen

Fig. 95.

*Echinococcus-Haken und Wand des Sackes. Vergr. 300 (nach v. Jaksch).*

Organen. Sie können im Menschen oft lange bestehen ohne besonders alarmierende Erscheinungen, wo sie aber die Passage von Luft, Blut und Ernährungsflüssigkeit hemmen, verursachen sie bald einen tödtlichen Ausgang. Wenn eine in einem

Fig. 96.



Brutkapsel von *Echinococcus* mit in der Bildung begriffenen Köpfchen (nach Leuckart).

Bauchorgane befindliche Echinococcusblase platzt, kann ihr Inhalt in den freien Bauchfellraum gelangen und erzeugt dann rasch tödtliche Bauchfellentzündung. Die Erkrankung an Echinococcus tritt am häufigsten in Island auf, aber auch auf dem

festen Lande Europas ist die Krankheit nicht sehr selten. Um die Ansteckung mit Echinococcus zu verhüten, vernichte man die Echinococcusblasen, welche man in den geschlachteten Hausthieren findet, damit nicht Hunde dieselben essen, dadurch den Bandwurm acquiriren und die Eier des letzteren wieder

auf Menschen übertragen werden. Eine unmittelbare Berührung mit Hunden vermeide man überhaupt.

Echinocystis, eine *Oucurbitaceen*-Gattung, ausgezeichnet durch die auf dem Scheitel mittelst 1—2 Poren sich öffnenden Früchte.

Echinocystis fabacea Naud. (*Megarrhiza californica* Torrey), ein hoch auf die Bäume rankendes Kraut, besitzt eine ausdauernde, knollig-spindel-förmige Wurzel, welche von den Eingeborenen als Abführmittel gebraucht wird. Sie schmeckt bitter und scharf, riecht fast gar nicht, soll jedoch frisch widerlich riechen. Nach HEANEY enthält sie ein eigenthümliches krystallinisches Harz, Megarrhizin und den Bitterstoff Megarrhizin.

Echinorhynchus, einzige Gattung der *Acanthocephali*, einer Ordnung der *Ascaridae*, charakterisirt durch einen einstülpbaren, mit Haken besetzten Rüssel. Mund und Darm fehlt, Geschlechter getrennt.

E. Gigas Goetze, ♀ bis 40 cm lang und bis 6 mm dick, das seltene ♂ nur 25 cm lang. Lebt im Darne des Schweines, wurde aber ausnahmsweise auch im Menschen gefunden.

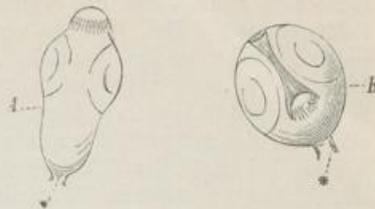
Echinus ist eine von LOUREIRO aufgestellte, mit *Rottlera Willd.* synonyme *Euphorbiaceen*-Gattung. — Die Pilzgattung *Echinus* Hall. ist synonym mit *Hydnum* L.

Echiretin, $C_{25}H_{56}O_2$, findet sich in der Mutterlauge von der Darstellung des Echiteins, aus welcher es sich beim Eindampfen in öligen Tropfen abscheidet, welche schliesslich zu einer weissen amorphen Masse eintrocknen, die bei 52° schmilzt und sich leicht in Aether, Chloroform, Ligroin, kochendem Aceton und heissem Alkohol löst. Rechtsdrehend.

Ganswindt.

Echitamin, $C_{22}H_{28}N_2O_4 + 4H_2O$, ist das eine der drei Alkaloide der Ditarinde. Zur Gewinnung wird die Rinde zunächst mit Ligroin behandelt, dann mit Alkohol ausgekocht, die alkoholische Lösung abdestillirt und mit Natriumcarbonat übersättigt. Diese alkalische Lösung des Ditarindenextractes enthält Ditamin, Echitamin und Echitenin. Nun wird wiederholt mit Aether behandelt: Ditamin geht in Lösung; Echitamin und Echitenin bleiben im Rückstand. Diese versetzt man mit festem Kali und schüttelt dann mit Chloroform aus; die Chloroformlösung

Fig. 97.



Echinococcenköpfchen, den Brutkapseln entnommen.
A mit vorgestülpter Mittelzone und Stirnfortsatz. B Mittelzone und Stirnfortsatz in den Hinterkopf eingezogen. * Stiel des Köpfchens.

auf Menschen übertragen werden. Eine unmittelbare Berührung mit Hunden vermeide man überhaupt.

wird verdunstet und mit wenig concentrirter Salzsäure versetzt; es scheidet sich salzsaures Echitamin aus, während salzsaures Echitenin in Lösung bleibt. Ersteres wird aus salzsäurehaltigem Wasser umkrystallisirt und mit concentrirter Kalilauge zerlegt. So dargestellt bildet es dicke, glasglänzende Prismen, welche im Exsiccator 1 Mol., bei 80° weitere 2 und bei 105° das 4. Mol. H₂O verlieren. Echitamin mit 4 Mol. H₂O ist eine sehr starke Base, wird durch NH₃ nicht gefällt, treibt solches vielmehr aus seinen Verbindungen aus (Unterschied von Ditamin). Es ist ziemlich leicht löslich in Wasser und Alkohol, frisch gefällt auch in Aether und Chloroform, dagegen unlöslich in Benzol. Die Lösungen reagiren stark alkalisch, das Anhydrid hingegen zeigt keine alkalische Reaction. Schmilzt unter Zersetzung bei 206°. Ist linksdrehend. Concentrirte Schwefelsäure löst es purpurroth. Einige Autoren erklären Echitamin identisch mit Ditain. Nach HARNACK scheint das MERCK'sche Ditain nur ein Halbfabrikat zu sein, aus dem das krystallisirte Echitamin mit Vortheil dargestellt werden kann. Ganswindt.

Echiteïn, C₄₂H₇₀O₂. Ein Bestandtheil der Ditarinde. Findet sich in der alkoholischen Mutterlauge von der Gewinnung des Echicerins (s. d.) und scheidet sich theilweise mit diesem zugleich aus. Man löst zum Behufe der Trennung die Krystalle in Aceton und lässt ganz langsam abdunsten; zuerst schießen Echicerin und Echitin in Warzen an, dann erst das Echiteïn in leichten Nadeln, welche man von den warzigen Krystallen durch Schlämmen scheidet und aus Alkohol umkrystallisirt. Schmelzpunkt 195°. Löslich in 960 Th. Alkohol (80procentigem) bei 15°; leicht löslich in Aether und Chloroform, schwer in Aceton und Ligroin. Rechtsdrehend, indifferent. Nach HESSE soll das Echiteïn mit LUDWIG's Antiaretin identisch sein. Ganswindt.

Echitenin, C₂₀H₂₇NO₄, findet sich neben Ditamin und Echitamin in der Ditarinde; über die Darstellung vergl. Echitamin; wenn das salzsaure Echitamin beim Versetzen mit HCl ausfällt, bleibt das salzsaure Echitenin in Lösung. Diese wird mit Kali gesättigt und mit Chloroform ausgeschüttelt. Das Echitenin bildet eine braune amorphe Masse, welche bei 120° schmilzt und sich leicht in Alkohol, weniger in Wasser, frisch gefällt in Aether und Chloroform, fast nicht in Ligroin löst. Es reagirt alkalisch; seine Salze sind amorph. Ganswindt.

Echites, Gattung der nach ihr benannten Unterfamilie der *Apocynaceae*, charakterisirt durch die doppelten Balgkapseln mit beschopften Samen.

Echites scholaris R. Br. (*Alstonia scholaris* R. Br.), ein Baum Hinterindiens und der ostasiatischen Inseln, ist die Stammpflanze der Ditarinde (s. Bd. III, pag. 511).

Echites pubescens Buchanan, ein in Ostindien heimisches Bäumchen, gilt als Mutterpflanze der Conessirinde (s. Bd. III, pag. 249), die jedoch wahrscheinlicher von *Wrightia* stammt.

Echitin, C₃₂H₅₂O₂. Ein Bestandtheil der Ditarinde. Ueber die Gewinnung s. d. Artikel Echicerin. Nach dem Entziehen des Echicerins aus dem Krystallgemisch mittelst Benzol nimmt man den Rückstand mit siedendem Alkohol auf, aus welchem beim Erkalten das Echitin in Blättchen auskrystallisirt, welche bei 170° schmelzen, sich leicht in kochendem Alkohol, Chloroform, viel schwieriger in Aether und Ligroin lösen (Unterschied von Echicerin); in kaltem Alkohol nur sehr schwierig löslich (1 Th. braucht 1430 Th. 80procentigen Alkohol bei 15°). Rechtsdrehend, indifferent. Ganswindt.

Echium, eine *Asperifoliaceen*-Gattung, charakterisirt durch die trichterig-glockige Blumenkrone mit schief fünfappigem Saume in dem röhrigen, fünftheiligen Kelch. Die Corolle besitzt keine Deckschuppen, die Staubkölbchen sind frei, oval. Vier einfächerige Nüsse.

Echium vulgare L., Natterkopf, Ochsenzunge, ist ein ☉, steifhaariges Kraut mit spindelg-ästiger Wurzel, aufrechtem, oben ästigem Stengel mit

schmalen, ganzrandigen Blättern und gipfelständigen, einseitigen, beblätterten Inflorescenzen aus grossen, azurblauen (selten weissen oder rothen) Blüten, deren Kronenröhre kürzer ist als der Kelch.

Es lieferte *Radix* und *Herba Echii s. Buglossi agrestis s. Viperini*, welche jetzt völlig obsolet sind.

Echtchamois heisst eine auf Baumwollgeweben hergestellte, hellrostbraune, aus Eisenoxyd bestehende Farbe. Sie wird dadurch hervorgerufen, dass man die Stücke mit essigsaurem Eisenoxydul bedruckt und dann in einem warmen und feuchten Raum, der sogenannten Echthänge, aufhängt. Darin bildet sich unlösliches stark basisches Eisenoxyd, während die Essigsäure entweicht. Endlich nimmt man noch durch ein schwach alkalisches Bad (meist aufgeschlämmte Kreide), um die Abscheidung des Eisenoxyds vollständig zu machen.

Die Färbung ist vollkommen wasch- und lichteht. Echtchamoisgefärbte Waare wird beim Befechten mit gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure blau, sie hinterlässt ferner beim Verbrennen eine stark eisenhaltige Asche. Benedikt.

Echte Farben. Man theilt die Zeugfarben je nach ihrer grösseren oder geringeren Haltbarkeit auf den Stoffen, die damit gefärbt sind, in echte und unechte ein. Es gibt keine absolut echten Farben, indem alle Farben unter dem Einflusse von Licht und feuchter Luft verblassen, doch geht dieser Process bei den echtsten Farben nur sehr langsam vor sich, so dass die Abnahme der Intensität der Färbung unter günstigen Umständen erst nach Jahrzehnten merklich wird.

Von Stoffen, welche gewaschen werden sollen, verlangt man ferner, dass sie an heisses Wasser und an kochende Seifenlösung keine merklichen Farbstoffmengen abgeben.

Alle zur Anfertigung von Kleidungsstücken bestimmten Waaren sollen ferner so weit säureecht sein, dass sie durch den Schweiss nicht verfärbt werden, also widerstandsfähig gegen organische Säuren sind.

Die Prüfung der Stoffe auf ihre Echtfarbigkeit hat vor Allem Rücksicht auf die Agentien zu nehmen, denen dieselben ihrer Beschaffenheit nach im Laufe ihrer Verwendung ausgesetzt werden.

Seiden- und Schafwollenstoffe wird man vornehmlich auf ihre Lichtehtheit und auf das Verhalten gegen Wasser zu prüfen haben, während Baumwollen- oder Leinengewebe auch kochendes Seifen vertragen müssen.

Die Prüfungsmethoden auf Echtheit sind ausserordentlich einfach. Will man z. B. untersuchen, ob eine Zeugprobe zugleich waschecht, säureecht und lichteht sei, so schneidet man ein Stück des Stoffes in vier Theile. Den einen kocht man mit Seifenwasser und beobachtet, ob sich das Bad färbt. Ist dies der Fall, so ist die Farbe nicht seifenecht. Da es vorkommt, dass nur beim ersten Seifen Farbe abgegeben wird, dann aber noch ein genügend intensiver Ton übrigbleibt, so ist es rathsam, dies Verfahren zu wiederholen. Das zweite Stückchen legt man einige Minuten in circa fünfprocentige Essigsäure ein, um sie auf ihre Säureechtheit zu prüfen. Dann wäscht man die beiden Stückchen aus, trocknet sie und vergleicht sie mit dem dritten Stückchen, welches man zu diesem Zwecke aufbewahrt hat. Zeigen sich die drei Proben gleich gefärbt, so ist die Waare wasch- und säureecht. Den letzten Theil klemmt man zur Hälfte in ein Buch ein und legt dasselbe einen Tag in die Sonne oder bei bewölktem Himmel 3—4 Tage an einen hellen Ort. Dann sieht man nach, um wie viel die beleuchtete Hälfte gegen die eingeklemmte, also nicht beleuchtete, abgeblasst ist. Eine Differenz ist fast immer vorhanden, ist dieselbe nur gering, so kann der Stoff als lichteht angesprochen werden.

Man kann immer nur von echten und unechten Farben, aber nicht Farbstoffen sprechen, indem ein- und derselbe Farbstoff, je nach der Art seiner Befestigung, sehr verschiedene echte Farben geben kann und auch die Natur der Faser nicht ohne Einfluss auf die Echtheit der Farbe ist.

Ectropie (ἐκ und τρέπω, wende) heisst jede Auswärtswendung eines Organs. **Ectropium** insbesondere heisst die mehr oder weniger weit gediehene Umstülpung des Lidrandes.

Ectrotica (ἐκτρούειν, Fehlgeburt). Gleichbedeutend mit Abortiva, dient dieser Ausdruck besonders zur Bezeichnung der ectrotischen Methode, *Methodus ectrotica* oder **Abortivcur** (vergl. Bd. I, pag. 27).
Th. Husemann.

Eczema (ἐκ und ζέω, sieden) ist der volksthümlich als „nässende Flechte“ bezeichnete, verschieden gestaltige Hautausschlag. Das lästigste Symptom desselben ist das Jucken. Eczeme entstehen aus localen Ursachen (mechanische, thermische oder chemische Reize) oder in Folge allgemeiner Erkrankungen (BRIGHT'sche Krankheit, Diabetes), häufig auch bei den periodisch wiederkehrenden Functionen des weiblichen Geschlechtslebens, vielleicht auch in Folge psychischer Affecte. Gewöhnlich sind sie auf einzelne Körpertheile beschränkt, selten universell, dem Verlaufe nach acut oder chronisch. Gefährlich sind sie nicht, doch ist ihre Behandlung oft schwierig und langwierig.

Edelgarbe ist *Herba Millefolii nobilis* (*Achillea nobilis* L.). — **Edelleberkraut** ist *Herba Hepaticae nobilis* (*Anemone Hepatica* L.). — **Edelherzpulver**, rothes, schwarzes, weisses, und **Edelherztropfen** sind volkst. Bezeichnungen für die verschiedenen Arten Kinderkrampfpulver, beziehungsweise Krampftropfen.

Edinburger Pflaster ist *Emplastrum adhaesivum nigrum* (s. d.).

Educt. ein aus einem Rohstoff abgeschiedener Körper, der in jenem fertig gebildet enthalten ist, z. B. Stärke in den Kartoffeln, Zucker in den Runkelrüben, Benzol im Steinkohlentheer. Im Gegensatz hierzu **Product**, ein aus einem Rohstoff oder dessen Bestandtheilen durch chemische Einwirkung gebildeter neuer Körper, z. B. Spiritus aus Kartoffeln, Anilin aus Steinkohlentheer.

Edulcoriren = Aussüssen, Auswaschen, s. d., Bd. II, pag. 50, 52.

Effervesciren oder Aufbrausen, das Entweichen eines in einer Flüssigkeit gelöst oder chemisch gebunden gewesenen Gases. Die in kohlensauren Mineralwässern, Champagner, unter Druck in Lösung befindliche Kohlensäure entweicht nach Aufhören des Druckes unter Aufbrausen, die im frischen Trinkwasser gelöste Luft und Kohlensäure entweichen bei Steigen der Temperatur, indem sich Gasblasen zum Theil an der Gefässwandung ansetzen. Die Entwicklung oder Entbindung von Gasen, eine häufig ausgeführte Manipulation zur Gewinnung derselben, geschieht ebenfalls unter Aufbrausen; die Flüssigkeit wird durch die grosse Menge des entweichenden Gases, das in Form kleiner Bläschen nach oben steigt, weisslich getrübt; die an der Oberfläche der Flüssigkeit angelangten Gasbläschen zerplatzen dort, wobei immer ein Fortschleudern kleiner Theilchen der Flüssigkeit stattfindet und das als Brausen bezeichnete Geräusch bemerkbar wird und das Gas kann frei in die Atmosphäre diffundiren. Beim Zusammenkommen von Säuren mit den Salzen der Kohlensäure (Brausepulver), Schwefligsäure, Salpetrigsäure, werden die eben genannten gasförmigen Säuren durch die stärkeren Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure, Essigsäure u. s. w.) aus ihrer Verbindung mit den Basen frei gemacht und entweichen in die Luft; bei der Einwirkung von Säuren auf gewisse Metalle und chemische Stoffe werden durch Zersetzung der betreffenden Säuren oder in anderen Fällen des gegenwärtigen Wassers die betreffenden Gase frei gemacht oder gebildet (entwickelt), z. B. Salzsäure und Braustein oder Kaliumbichromat — Chlor; Salpetersäure und Kupfer — Salpetrigsäure; concentrirte Schwefelsäure und Kupfer oder Kohle — Schwefligsäure; verdünnte Schwefelsäure und Zink oder Eisen — Wasserstoff; verdünnte Schwefelsäure und Schwefeleisen oder Schwefelcalcium — Schwefelwasserstoff. Für die Entwicklung von Gasen sind für den Gebrauch im Laboratorium und der Technik

viele Apparate construirt worden. — Ueber diese s. Gasentwickelungsapparate.

Effloresciren = Ausblühen, Bd. II, pag. 39.

Egelseuche s. *Distoma*, Bd. III, pag. 510.

Ehmer, auch Emmer ist eine bespelzte Weizenvarietät (*Triticum dicocum Schrank*), welche nicht in den Welthandel kommt.

Ehrenpreis ist *Herba Veronicae*.

Ehrlich's Reagens, eine Auflösung von 1.0 g Sulfanilsäure, 15 cem Salzsäure und 0.1 g Natriumnitrit in einem Liter Wasser (die Flüssigkeit enthält aus der Sulfanilsäure und der Salpetersäure gebildet Diazobenzolsulfosäure). Eine chloroformige Bilirubinlösung mit dem gleichen oder doppelten Volumen des EHRlich'schen Reagens und mit Alkohol versetzt nimmt bald eine Rothfärbung an. Fügt man tropfenweise concentrirte Salzsäure hinzu, so wird die Flüssigkeit zuerst violett, dann blaviolett, schliesslich rein blau. Der in der Lösung vorhandene Farbstoff gibt mit starken Alkalien grünblaue, in schwach saurer oder schwach alkalischer Lösung rothe Färbungen. Wenn man in die stark saure blaue Lösung vorsichtig Kalilauge fliessen lässt, so entsteht eine chromatische Dreischichtung derart, dass ein schmaler rother Ring die untere grünblaue Schicht von der oberen rein blauen trennt. Zum Nachweis von Bilirubin im Harn wird letzterer zunächst mit einem gleichen Volumen *Acidum aceticum dilutum* versetzt und tropfenweise EHRlich's Reagens zugegeben; tritt hierbei eine Verdunkelung ein, so ruft ein weiterer Zusatz von Essigsäure die für Bilirubin charakteristische Violettfärbung hervor. Durch Zusatz von Kochsalz zu der violetten, stark salzsauren Flüssigkeit lässt sich der entstandene Farbstoff ausscheiden, der in verschiedenen Lösungsmitteln mit den ihnen zukommenden charakteristischen Färbungen löslich ist.

Ei (*ovum*), der weibliche Zeugungsstoff der Thiere, welcher sich unter gewissen Einflüssen und Verhältnissen zu einem neuen Organismus entwickelt. Die ursprüngliche Eizelle, wie sie bei allen höheren Thieren im Eierstock entsteht, lässt nur Kern und Protoplasma unterscheiden. Bei fortschreitender Entwicklung treten im letzteren Körnchen auf, die sich immer mehr vermehren und schliesslich den Dotter darstellen, um welchen herum sich häufig noch eine besondere Schichte, die Dotterhaut, bildet. Der Kern wächst später zum Keimbläschen aus und in ihm entwickeln sich die Keimflecke. Bei vielen Fischen, Reptilien und Vögeln scheidet sich um dieses herum der weissliche Bildungsdotter „Hahnentritt“ vom gelblichen Nahrungsdotter; überdies umkleidet sich das Ei der Vögel (Dotterkugel) auf seiner Wanderung durch den Eileiter schichtenweise mit Eiweiss und mit einer porösen Kalkschale, die im Innern mit der dünnen, milchweissen Schalenhaut ausgekleidet ist. Auch bei den Reptilien findet man eine derartige kalkige oder weichhäutige Schale, wogegen bei manchen Amphibien eine eiweissähnliche Substanz abgesondert wird, welche die Eier sowohl einzeln umhüllt, als auch sie unter einander verbindet und im Wasser mächtig aufquellend, eine gallertartige Beschaffenheit annimmt (Froschlaich). Die Eier der Fische sind sehr verschieden und treten entweder kugelförmig als Laich auf (Häring) oder sind sehr gross und von einer hornigen Schale umschlossen. Während die Eier dieser Tiergruppen sehr bald frei werden, gelangt das relativ sehr kleine Ei der Säugethiere (0.25 mm) zu seiner weiteren Entwicklung in die Gebärmutter, in welcher der sich bildende Embryo durch das Blut der Mutter ernährt wird. Die Zeit der Eireife (Ovulation) tritt erst dann ein, wenn das Thier ein gewisses Alter erreicht und Wachsthum und Entwicklung vollendet hat, und zwar bei vielen Thieren nur einmal im Leben, bei anderen hingegen mehrmals und in gewissen Perioden (Menstruation). Manchmal ist eine grössere

Fig. 98.



Ei mit Nucleus und Nucleolus. (Halbschematisch, vergrössert.)

Anzahl von Eiern in schützende Substanzen von Trauben-, Schnur- oder Bandform oder gruppenweise in eine feste Kapsel der verschiedensten Form eingeschlossen; anderemale bringen sie die Thiere selbst an geschützte Orte (Ameisen, Phylloxera) oder bedecken sie (Coccus) oder tragen sie in Trauben- oder Schnurform oder in kugeligen Säcken mit sich herum (Alytes, Spinnen). Auch die Zahl der Eier ist sehr verschieden und erreicht bei Fischen, Mollusken und Würmern Hunderttausende.

Die Entwicklung des Eies erfolgt in der Regel erst nach vorheriger Befruchtung, das ist durch den Contact mit den Samenfäden, die entweder die Dotterhaut durchbohren oder durch besondere Oeffnungen oder Canäle, die Mikropylen, eindringen. Doch findet die Befruchtung nicht immer während, sondern meist nach der Begattung statt, indem innerhalb der weiblichen Geschlechtsorgane die Zoospermien ihre Lebensenergie tage- und monatelang beibehalten (Bienenkönigin). v. Dalla Torre.

Bei den Pflanzen pflegt man als Eichen die Samenknospen (*ovula*) zu bezeichnen, aus denen sich die Samen (s. d.) entwickeln.

Ei im engeren Sinne ist die Eizelle des Embryosackes der Angiospermen, aus der nach Befruchtung durch den Pollenschlauch der Embryo entsteht. Die Befruchtung selbst findet nicht direct an der Eizelle statt, vielmehr legt sich der Pollenschlauch an die über der Eizelle angeordneten sogenannten Gehilfinnen oder Synergiden an, welche alsdann den befruchtenden Stoff an die darunter liegende Eizelle auf osmotischem Wege oder direct (?) übertragen. Bis zur Befruchtung ist das Ei einzellig und nackt, nach derselben treten in ihm aber bald sehr lebhaft Theilungen ein, die zur Bildung des Embryos führen. Denselben geht die Entstehung einer Membran um die nackte Eizelle voraus. Tschirch.

Literatur: H. Ludwig, Die Eibildung im Thierreich. Würzburg 1874. — H. Ch. Bastian, Evolution and the origin of life. London 1875. — Celakovsky in Flora 1874; Botan. Zeitg. 1875 u. 1877. — Warming, Ebenda 1874.

Eibenblätter sind *Folia Taxii*.

Eibisch ist *Althaea*.

Eichelcacao ist ein Gemisch von Cacaoapulver mit geröstetem Weizenmehl und Eichelextract. Für seine Werthbestimmung ist massgebend (TSCHIRCH, Pharm. Ztg. 1887, pag. 191):

1. Thunlichste Abwesenheit von Cacaoschalen. (Auch die besten Cacaomehle des Handels enthalten Spuren von Schalenbestandtheilen.)

2. Aufschliessung des Cacaomehles. Soll nicht aufgeschlossen sein.

3. Entfettung des Cacaomehles. Der Eichelcacao soll nicht über 14 Procent Fett enthalten.

4. Menge des Eichelextractes. Soll etwa 2 Procent Eichengerbsäure entsprechen.

5. Beschaffenheit und Menge des zugesetzten Weizenmehles. Es soll kleiefrei und gut geröstet sein und weniger als ein Drittel der Gesamtmenge betragen.

6. Feinheitsgrad und Mischung. Soll so feinkörnig und gut vermahlen sein, dass weder hellere, noch dunklere Körner in demselben mit freiem Auge zu unterscheiden sind.

7. Fremdartige Zusätze, wie ungeröstetes Mehl, andere Stärkemehle, Zimmt u. a. m. sollen fehlen.

Eichelkaffee heissen die wie Kaffee gerösteten und in ein grobes Pulver verwandelten Eiheln.

Eicheln, *Semen Quercus*, *Cotyledones Quercus*, *Glands de chêne*, *Oak seeds*, sind die Früchte, beziehungsweise Samen der Eichenarten, von welchen für uns die in Europa fast überall vorkommende *Quercus Robur L.* mit ihren auch als selbständige Arten aufgeführten Varietäten (*pedunculata Ehrh.*, *sessiliflora Sm.*, *pubescens Willd.*) allein in Betracht kommt.

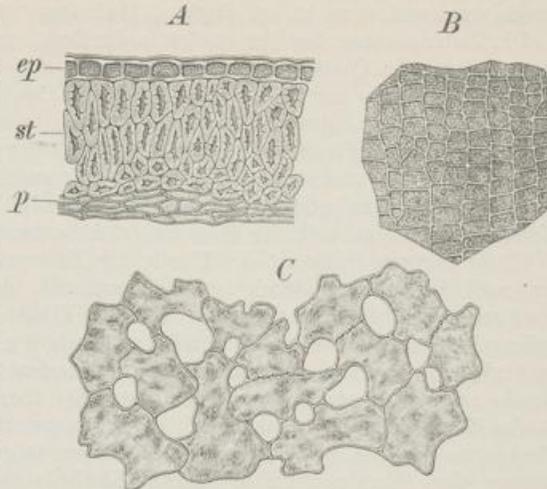
Die Eichel ist eine aus dem ursprünglich dreifächerigen und sechsamigen Fruchtknoten durch Fehlschlagen einfächerige und einsamige Nuss, welche in einer napfförmigen „Cupula“ sitzt. Ihre Form und Grösse ist sehr verschieden, im Allgemeinen jedoch sind die Eicheln länglich-eiförmig, 2—3 cm lang und etwa halb so dick. Die Schale ist glatt, mit Ausnahme des wie bestäubten Scheitels glänzend gelbbraun, dünn, zerbrechlich. Sie umschliesst ziemlich knapp die beiden planconvexen derbfleischigen, im trockenen Zustande harten und spröden, bräunlichen, aussen gefurchten Cotyledonen mit dem kleinen Embryo.

Die Fruchtschale besteht aus einer äusseren, 0.2 mm dicken Steinzellschicht, an welche sich eine schwammige, rothbraune Parenchymschicht von etwa 0.5 mm Mächtigkeit anschliesst. Die Oberhaut (Fig. 99, *A* *ep* und *B*) ist aus kubischen, besonders an der Aussen- seite stark verdickten Zellen dicht gefügt. Ihr charakteristisches Kennzeichen in der Flächenansicht ist die regelmässig reihenweise Anordnung der Zellen (Fig. *B*). In der Steinschicht sind die äusseren Zellenlagen palissadenartig, die inneren tangential gelagert. Sie sind in Wasser klein (0.05 mm), farblos, ihre Verdickung ist sehr beträchtlich, von Porenkanälen durchzogen. Das Parenchym ist in den tieferen Schichten ein Schwammparenchym mit ungewöhnlich derbwandigen (0.004 mm), porösen, intensiv gebräunten Zellen (Fig. 99, *C*). Die Keimlappen bestehen aus einem gleichartigen Parenchym ziemlich grosser (0.1 mm Diam.), dünnwandiger (gedoppelt 0.003 mm), gerundet polygonaler Zellen mit sehr kleinen Intercellularen in den Kanten (Fig. 100, *E*). Sie sind dicht erfüllt mit Stärkekörnchen von höchst unregelmässig knollig-länglicher oder rundlicher Gestalt, meist 0.015—0.002, selten bis 0.05 mm gross, un-

deutlich geschichtet um einen grossen Kern oder eine längliche Kernspalte. Einfache Körner sind in der Mehrzahl, doch finden sich auch zahlreiche zusammengesetzte der verschiedensten Art. Spärliche zarte Gefässbündel mit kleinen Spiroiden (Fig. 100, *sp*) durchziehen die Cotyledonen. Ihre Oberhaut ist aus kleinen (0.025 mm) polygonalen, derbwandigen Plattenzellen dicht gefügt (Fig. 100, *ep*).

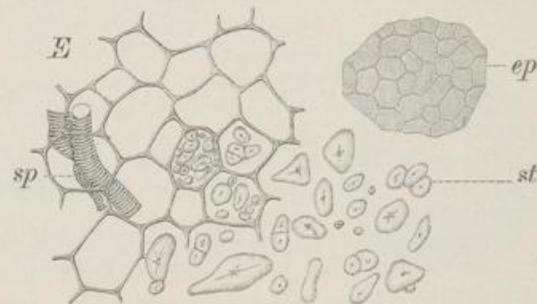
Die Eichelsamen enthalten 38 Procent Stärke, 7—9 Procent Gerbstoff, fettes Oel, nicht krystallisirenden Zucker und mannitähnlichen Zucker (Quercit), Citronensäure und Spuren eines ätherischen Oeles. Die Asche ist reich an Kali und Phosphaten.

Fig. 99.



Fruchtschale der Eichel.
A Querschnitt mit der Oberhaut *ep*, der Steinzellschicht *st* und einem Theil der Parenchymschicht *p*. — *B* Die Oberhaut in der Flächenansicht. — *C* Das Schwammparenchym. Vergr. 160.

Fig. 100.



Aus dem Cotyledon der Eichel.
E Endosperm mit Spiroiden *sp* und Amylum *st*; *ep* Oberhaut. Vergr. 300.

Zum medicinischen Gebrauche (Ph. Austr., Hung., Germ. L., Russ., Gall., Belg., Dan., Suec.) werden die reifen Eicheln getrocknet und die hierauf ausgelösten Cotyledonen geröstet. Dadurch verwandelt sich die Stärke theilweise in Dextrin.

Beim Trocknen verlieren die Eicheln fast die Hälfte ihres Gewichtes, durch das Rösten werden die Cotyledonen um 20—25 Procent leichter, zugleich voluminöser.

Man benützt diesen sogenannten Eichelkaffee (*Semen Quercus tostum* s. *Glandes Quercus tostae*) als leicht verdauliches Nahrungsmittel und nimmt 4—8 g auf die Tasse.

Der im Handel gepulvert vorkommende Eichelkaffee besteht häufig nicht, wie er sollte, bloß aus den Keimlappen, sondern enthält die Fruchtschalen mit vermahlen. Mit Hilfe des Mikroskopes verräth sich diese Fälschung auf den ersten Blick.

J. Moeller.

Eichenbitter, Querein. Der in der Eichenrinde vorkommende Bitterstoff in Form kleiner, in H_2O leicht löslicher Krystalle. Man gewinnt ihn, indem man die Eichenrinde mit Kalkmilch auskocht, heiss filtrirt, das Filtrat mit Kaliumcarbonat versetzt, nochmals filtrirt, eindampft und den Rückstand mit Alkohol von 80 Procent behandelt.

Ganswindt.

Eichengallen, s. Gallen. — **Eichenlungenkraut** ist *Lichen pulmonarius* (*Sticta pulmonacea* Ach.). — **Eichenmistel** ist *Loranthus europaeus* L., fälschlich oft *Viscum album* L.

Eichengerbsäure, $C_{17}H_{16}O_9$, wurde lange Zeit hindurch mit der Galläpfelgerbsäure identificirt; heute betrachtet man sie als eine davon verschiedene Säure. Doch gehen auch heute noch die Meinungen über die Eichengerbsäure nicht unwesentlich auseinander; während verschiedene Autoren sie als Glukosid ansehen, behaupten ETTI und LÖWE, dass sie kein Glukosid sei. Auch hinsichtlich der Formel besteht noch keine absolute Klarheit; BÖTTINGER stellt z. B. die Formel $C_{29}H_{22}O_{12}$ auf.

Die Eichengerbsäure findet sich in der Eichenrinde neben Ellagsäure, Gallussäure und Eichenroth. Die Darstellung ist daher in Folge der Trennung complicirt. Als Rohmaterial zur Darstellung verwendet man wohl am besten Eichenlohe, welche man durch Aether von der Gallussäure befreit, und dann mit Alkohol erschöpft. Man verdampft den Alkohol, behandelt den Rückstand zuerst mit Aether, dann mit Wasser. Die Gerbsäure geht in Lösung, das Eichenphlobaphen bleibt ungelöst. Oder: man erschöpft zerkleinerte Eichenrinde mit 90proc. Alkohol, verdampft den alkoholischen Auszug zum Syrup und vermischt diesen mit dem 10fachen Volumen Wasser. Dadurch wird das Eichenroth gefällt; durch Zusatz von NaCl fallen weitere Mengen Eichenroth, man filtrirt dann und entzieht dem Filtrat durch Schütteln mit Aether Gallussäure und nach deren völliger Entfernung durch Essigäther die Eichengerbsäure.

Sie bildet ein röthlichweisses Pulver, welches in kaltem Wasser schwer löslich, leicht in verdünntem Alkohol, schwieriger in Essigäther, gar nicht in Aether löslich ist. Sie geht beim Erhitzen auf 130° in ihr Anhydrid über. Beim Kochen mit verdünnten Säuren zerfällt sie in Zucker und Eichenroth. Ueber die Zersetzungsproducte der Eichengerbsäure herrscht noch keine völlige Klarheit. So soll sich nach ETTI der Zucker als Lävulin in der Eichenrinde vorfinden und also keinen Bestandtheil der Eichengerbsäure repräsentiren. Die Ansicht, dass die Eichengerbsäure kein Glukosid sei, wird auch noch durch den Umstand bestätigt, dass sie beim Erhitzen im geschlossenen Rohr keine Phenole und keine andere Säure als Gallussäure liefert. Man betrachtet heute die Eichengerbsäure als das Anhydrid einer Gallussäure, in der noch 3 Hydroxylwasserstoffe durch Methyl ersetzt sind.

Ganswindt.

Eichenphlobaphen, $C_{11}H_{16}O_6 + \frac{1}{2}H_2O$, Eichenroth. Findet sich in der Eichenrinde; ob präformirt oder erst als Zersetzungsproduct der Eichengerbsäure, ist noch unentschieden, von einzelnen wird es auch als das Anhydrid der Eichengerbsäure betrachtet. Ueber seine Darstellung vergl. Eichengerbsäure. Das

Eichenphlobaphen bildet ein rothbraunes Pulver, in völlig reinem Zustande ist es in heissem Wasser unlöslich, ebenso in kaltem Alkohol, Aether, siedendem Benzol, in Essigsäure, verdünnten Mineralsäuren; leicht löslich in verdünnter Eichengerbsäurelösung und in Alkalien mit rothbrauner Farbe. Die leichte Löslichkeit in Eichengerbsäurelösung macht die Trennung der Säure vom Phlobaphen sehr schwierig. Die Lösung gibt mit Eisenchlorid eine tief schwarzblaue Färbung. Oxydationsmittel oxydiren es vollauf in CO_2 und H_2O . Schmelzendes Kali gibt damit Protocatechusäure, Essigsäure und Phloroglucin.

Ganswindt.

Eichenroth ist identisch mit Eichenphlobaphen.

Eidotter (*Vitellum ovi*, Eigelb), ein Bestandtheil der Vogeleier, welche überdies aus der Schale und dem Eiweiss bestehen. Er stellt ein zähes kaum durchscheinendes Liquidum von gelber bis gelbrother Färbung und mildem Geschmack dar, reagirt alkalisch und bildet mit Wasser eine weisse emulsive Flüssigkeit. Der Eidotter enthält an Formelementen eingelagert ausser dem Keimbläschen noch Dotterkügelchen, feine Körnchen und Fetttropfen; an chemischen Bestandtheilen wurden darin gefunden: Wasser 51.8 Procent, Vitellin, ein zu den Globulinen (s. d.) zählender eigenthümlicher Eiweisskörper, 15.8 Procent, Nuclein, die phosphorhaltige Substanz der Zellkerne, 1.5 Procent, Fett (Palmitin, Stearin und Olein) 23.2 Procent, Cholesterin 0.4 Procent, Lecithin 8.4 Procent, Farbstoff 0.5 Procent, Traubenzucker in Spuren, Salze 1.0 Procent. Im Vergleiche mit dem Eiweiss, welches neben hohem Gehalt an Wasser fast ausschliesslich aus Eiweissstoffen besteht, finden wir im Eidotter hauptsächlich das Fett abgelagert; einen wichtigen Bestandtheil desselben bildet das auch in der Gehirnschubstanz ebenfalls vorkommende Lecithin, als dessen Spaltungsproduct wir die Glycerinphosphorsäure kennen. In Bezug auf den Gehalt an Aschenbestandtheilen enthält der Eidotter vom Huhn circa 5mal so viel Kalk, 3mal so viel Eisenoxyd und 15mal so viel Phosphorsäure als das Hühnereiweiss, hingegen ist dieses reicher an Kalium- und Natriumchlorid. Ueber den eigenthümlichen Farbstoff des Eidotters s. Lutein.

Schüttelt man die Dottermasse in einer Flasche mit Aether, so nimmt dieser Fett, Cholesterin, Lecithin und Lutein auf, es bleibt ein farbloser, milchiger Rückstand. Behandelt man diesen mit einer Mischung von 1 Volumen concentrirter Kochsalzlösung und 2 Volumina Wasser und filtrirt, so erhält man ein schwach opalisirendes Filtrat, das, in viel Wasser getropft, einen weissen reichlichen Niederschlag liefert, welcher im Wesentlichen aus dem eigenthümlichen Eiweisskörper des Dotters, dem Vitellin, besteht, jedoch auch Lecithin und Nuclein beigemengt enthält.

Loebisch.

Eier. Als Nahrungsmittel können die Eier sämmtlicher Vögel genossen werden, bei uns nehmen jedoch den ersten Rang die Hühnereier ein, ferner die der Enten und Gänse. Die Eier der Kibitze gelten als besonders wohlgeschmeckend, die Polarvölker essen die Eier von Möven, die Neger und Kaffern verspeisen die Straussen-eier. Am Amazonenstrom geniesst man auch die Eier von Amphibien (Kaiman) und die der Schildkröten. Auch die Eier vieler Fische werden verspeist. Der Roggen des Lachses und Kabeljaus wird in getrocknetem Zustande verbraucht, während der Roggen des Störes und verwandter Fische gesalzen als Caviar (s. d.) verzehrt wird. Die chemische Zusammensetzung der Eier aller Vögel ist wesentlich die gleiche. Man unterscheidet drei verschiedene Theile derselben, die Schalen, das Eiereiweiss (s. d.) und den Eidotter (s. d.) Das Gewichtsverhältniss dieser drei Bestandtheile ist beim Hühnerei im Mittel folgendes: Von einem 50 g schweren Ei beträgt das Gewicht der Schalen 7.0, das des Eiweiss 27.0, das vom Eigelb 16.0 g, demnach enthält das Ei procentisch: Schalen 14 Procent, Eiweiss 54.0 Procent und Eigelb 32.0 Procent. Die Schalen der Eier enthalten (nach KÖNIG) kohlensauren Kalk 89—97 Procent, kohlensaure Magnesia 0.2 Procent, Calcium und Magnesiumphosphat 0.5—5 Procent und 2—5 Procent organische Substanz. Die Zusammensetzung des Eiereiweiss und Eidotter s. d.; da

der Nährwerth des Eies von den in diesen beiden Bestandtheilen vorkommenden Nährstoffen abhängt, so führen wir an dieser Stelle den procentischen Gehalt der Nährstoffe des Hühnereies im Eiweiss + Eigelb an: Es enthält dasselbe 73.67 Procent Wasser, 12.55 Procent Eiweissstoffe, 12.11 Procent Fett, 0.55 Kohlehydrate und 1.12 Procent Salze. Demnach enthält ein ganzes Ei von 50—55 g Gewicht etwas weniger als 1 g Stickstoff, so dass ein erwachsener Mensch 18—20 Eier im Tag verzehren müsste, wenn er seinen Stickstoffbedarf mit Eiern allein decken wollte; um jedoch auch dem Bedarf des Körpers an Kohlenstoff zu genügen, müssten mindestens 43 Stück Eier täglich genossen werden. Die Eier sind eine sehr beliebte Nahrung für Convalescenten, hierbei kommt die Verdaulichkeit der Eier je nach ihrer Zubereitung in Frage. Rohe Eier hält man für leichter verdaulich, als die geronnenen (halbgesottene) und die hartgekochten Eier; experimentell ist dieser Unterschied der Verdaulichkeit noch nicht festgestellt, und hartgesottene Eier, wenn sie durch Zerreiben fein vertheilt sind, dürften ebenfalls leicht verdaulich sein, es kommt eben darauf an, dass die zu verdauende Substanz in möglichst feiner Vertheilung der Einwirkung des Magensaftes ausgesetzt werde. Auch das rohe Ei soll angeblich durch tüchtiges Quirlen — wobei die Membranen, welche das Eiereiweiss eingeschlossen halten, zerrissen werden — noch mehr verdaulich werden, so dass es bei manchen schweren Magenkrankheiten die einzige Speise darstellt, die halbwegs vertragen wird.

Loebisch.

Eieralbumin, ein zur Gruppe der Albumine (s. Bd. I, pag. 104) gehörender Eiweisskörper, welcher den Hauptbestandtheil des Eiweiss der Vogeleier bildet. Es ist daselbst in einem Fächerwerk von zarten Membranen eingeschlossen in Form einer concentrirten Lösung enthalten. Zur Darstellung wird das Eiweiss des frischen Eies mit der Scheere zerschnitten, ein gleiches Volum Wasser hinzugefügt und filtrirt. Die Lösung wird an der Luft bald bräunlich; man erhält das Eieralbumin, indem man in dieselbe gepulvertes Magnesiumsulfat bei 20° bis zur Sättigung einträgt, den Niederschlag mit einer bei dieser Temperatur gesättigten Lösung von Magnesiumsulfat wäscht, hierauf die filtrirte Flüssigkeit bei 20° mit Natriumsulfat sättigt, den entstandenen Niederschlag auspresst, mehrmals in Wasser löst und durch Sättigen mit Natriumsulfat fällt, schliesslich werden die Salze durch Diffusion entfernt und die möglichst salzfreie Lösung bei 40—45° getrocknet. Das so gereinigte Eieralbumin hat nach HAMMARSTEN die Zusammensetzung C 52.25, H 6.9, N 15.25, S 1.93, O 23.67 in 100 Theilen. Die spec. Drehung wurde von STARKE (α) D = —37.79 gefunden. Die wässerigen Lösungen des Eieralbumins werden durch Schütteln mit Aether allmähig gefällt, das Coagulum wird durch rauchende Salzsäure schwer gelöst, wobei es in Acidalbumin (s. d.) übergeht. Auch durch Alkohol wird es als coagulirtes Eiweiss gefällt. In starker Salpetersäure löst sich das Eieralbumin schwieriger als Serumalbumin.

Loebisch.

Eieralbumin, trockenes, s. Bd. I, pag. 195.

Eierconservation. Da der nährende Theil der Vogeleier — welche als Nahrungsmittel hauptsächlich in Betracht kommen — sich in einer schwer durchdringlichen Schale befindet, so unterliegen die Eier der Verderbniss im Allgemeinen nicht so rasch wie die sonstigen animalischen Nahrungsmittel. Jedoch verlieren sie trotz der Schale täglich 20—40 mg Wasser durch Verdunsten und der am oberen Ende des Eies befindliche Luftraum (s. Eierprüfung) füllt sich mit von aussen eindringender atmosphärischer Luft, welche Pilzkeime mit sich führt, die das Faulen des Eies einzuleiten im Stande sind. Durch die Fäulniss wird das Eiweiss des Eies zersetzt, überdies auch das Lecithin, es entwickeln sich Schwefelwasserstoffgas, übelriechende Derivate der Fettsäuren, Fäulnissbasen etc., das Ei wird ungeniessbar und gesundheitschädlich. Demnach wird die Conservation der Eier erreicht, wenn der durch die Poren der Schale stattfindende Luftzutritt zum Inhalt des Eies möglichst vollständig verhindert wird. Dies wird auf mannigfache Weise mehr oder weniger vollständig erreicht. Man hüllt die Eier in Kalk, Lehm, in

Asche, Sägespäne, Spreu u. Aehn. ein, oder man überzieht die Eierschalen direct mit einer möglichst luftdichten Masse.

Das Einlegen in Kalk wird häufig angewendet, jedoch das Eiweiss der auf diese Art conservirten Eier verliert seine zähflüssige Beschaffenheit und lässt sich daher nicht zu dem in der Küche oft nöthigen Schaum schlagen, auch springen die Schalen gern in kochendem Wasser. Ein ähnliches Verfahren ist das Einlegen der Eier in Kalkwasser und Aufbewahren des Behälters an einem dunkeln Ort, doch hat dasselbe die gleichen Nachtheile, wie das frühere, die Schale wird überdies leicht brüchig und es gehen beim Herausnehmen viele Eier verloren. Durch Einlegen der Eier in Asche oder in Sägespäne gelingt es ebenfalls, dieselben für einige Zeit lang zu conserviren, doch trocknen die Eier dabei ein und halten sich dann nicht lange. Ein erprobtes Mittel ist auch das Einreiben der Eier mit feingepulvertem Kochsalz und nachheriges Liegenlassen in Salzwasser während drei Stunden. In der Weise behandelte Eier behalten ihren Wohlgeschmack; auch das Einlegen derselben in 5procentige Lösung von Salicylsäure hat sich bewährt. Die besten Resultate liefert jedoch das Ueberziehen der Eier mit einem luftdichten Verschluss. Als einfachstes Verfahren dieser Art gilt das Einhüllen derselben in einen dünnen Lehmbrei, welchen man dann trocknen lässt. Sehr verlässlich ist das Ueberziehen der Eier mit einer Decke von geschmolzenem Paraffin, oder von Leim und nachheriges Trocknen. Auch Eintauchen in Gummiwasser und nachheriges Rollen in Gypsmehl, ferner Ueberziehen mit Wasserglas wurde zu gleichem Zwecke mit Erfolg angewendet. ARTMANN empfiehlt, die Eier mit einer Lösung von 10 Th. weissem Pech in 50 Th. siedendem Baumöl zu tränken und dann mit Asche zu bestreuen. Die so behandelten Eier werden dann in ihrer natürlichen Lage oder mit dem stumpfen Ende nach oben, ohne jegliche Unterlage in Töpfe, Kästen u. s. w. gelegt, welche in trockenen, kühlen, jedoch frostfreien Räumen aufbewahrt werden sollen. Am haltbarsten sind die Frühsommereier, auch müssen zur Conservation so weit als möglich die hartschaligen ausgesucht werden. Nur in Kürze sei noch bemerkt, dass die Eier auch einer spontanen Verderbniss unterliegen durch Schimmelpilze und Spaltpilze, welche dem Eiweiss im Eileiter beigemischt werden können; gegen diese Art des Verderbens der Eier schützt natürlich keine Art der Conservirung.

Loebisch.

Eierconserven. Es kommen unter dieser Bezeichnung mehrere Präparate in den Handel, welche entweder das Eigelb allein oder das Eiweiss oder den ganzen Inhalt des Eies in Pulverform enthalten. Die Darstellungsweise dieser Conserven wird bis nun noch geheim gehalten, jedoch ist leicht zu errathen, dass sie durch Abdampfen des Eihaltes oder der einzelnen Bestandtheile im Vacuumapparat bei niedriger Temperatur und nachheriges Pulvern der getrockneten Masse dargestellt werden. Da die Fabrikation des trockenen Eieralbumins (s. Bd. I, pag. 195) sich nur dann rentirt, wenn gleichzeitig der Absatz für die Eidotter gesichert ist, so ist der Fabrikant häufig gezwungen, letztere zu Conserven zu verarbeiten.

Loebisch.

Eiereiweiss, das Weisse der Vogeleier, ist der eiweissreichere Theil des Inhaltes der Vogeleier, welches sich vom Eidotter (s. d.) mechanisch leicht trennen lässt, und besteht aus der concentrirten Lösung von Eieralbumin, welche nebst Fetten, Traubenzucker, Extractivstoffen und anorganischen Salzen in einer feinen, texturlosen, mit zahlreichen Quersäulen ausgestatteten Membranhülle eingeschlossen ist. An chemischen Bestandtheilen enthält das Eiweiss des Hühnereies: Wasser 85.75 Procent, Stickstoffsubstanz 12.67 Procent, Fett (Palmitin, Olein) 0.25 Procent, Spuren von Traubenzucker, Salze 0.59 Procent. — S. auch Eier und Eidotter.

Loebisch.

Eierfarben. Die zum Färben der Eier verwendeten Farbstoffe dürfen nicht giftig sein, da häufig auch die äussere Schichte des Eiweisses mitgefärbt wird. Vielfach verwendet man zum Eierfärben unschuldige Pflanzenfarbstoffe, und zwar

für Schwarz: Campechholz; für Roth: Fernambukholz, unter Zusatz von etwas Alaun und Weinstein; für Gelb: Zwiebelschalen oder Gelbholz unter Zusatz von etwas Soda, oder Gelbbeeren unter Zusatz von Alaun; für Grün: Gelbholz und Indigocarmin. Die Eier werden in Wasser, dem diese Substanzen zugesetzt sind, gekocht. Marmorirte Färbung der Eier erzielt man, wenn man die Eier mit Gummischleim bestreicht, mit einem Gemisch von klein geschnittenen oder gestossenen Malvenblüthen, Curcumawurzel, Cochenille bestreut und darin einwickelt, in ein Stück Gaze einbindet und in Wasser kocht. Schönere und lebhaftere Färbungen erzielt man mit Theerfarbstoffen, die zu diesem Zwecke vorbereitet, mit etwa nöthig werdenden Beizen bereits vermisch in den Handel gebracht werden. Besonders bei diesen ist darauf zu achten, dass sie nicht arsenhaltig sind und weder Pikrinsäure, noch giftige Azofarbstoffe enthalten.

Eieröl, Oleum ovorum. Das Eieröl wird durch Auspressen des Dotters gekochter Eier bei gelinder Wärme oder durch Extraction mit Petroleumäther gewonnen. Die Extraction mit Aethyläther vorzunehmen, ist weniger vorthellhaft, weil derselbe noch andere, schleimige Substanzen aus dem Eidotter aufnimmt, von denen das Oel erst durch Erhitzen und Abfiltriren getrennt werden muss. Der Fettgehalt des Eidotters beträgt ca. 20—24 Procent.

Das Eieröl ist bei gewöhnlicher Temperatur dickflüssig und setzt in der Kälte Stearin ab. Es besteht aus Triolein, Palmitin und Stearin, enthält Spuren von Cholesterin und zwei Farbstoffe, Luteine, denen es seine schöne gelbe Färbung verdankt.

Nach SCHAEDLER wird es im Grossen als Nebenproduct der Albuminfabrikation gewonnen und bildet ein ausgezeichnetes Material für die Sämischgerberei. Auch in der Pharmacie und zur Erzeugung von Toiletteseifen hat es eine beschränkte Anwendung gefunden.

Benedikt.

Eierprüfung. Da eine Verfälschung des Eierinhaltes nicht möglich ist, die Güte desselben aber hauptsächlich davon abhängt, dass das Ei frisch ist, so ist die Prüfung des Eies dahin gerichtet, zu constatiren, ob das Ei frisch ist oder verdorben und bebrütet. (Nur die Chinesen geniessen Eier, welche bereits halbausgebrütete Junge enthalten, als Delicatesse.) Frische Eier sind bis gegen die Mitte hin transparent, bei bebrüteten Eiern ist dies nicht der Fall. Aeltere Eier sind am oberen dicken Theil des Eies wegen des daselbst befindlichen Luftraumes stärker durchscheinend. Es hat nämlich die Schalenhaut der Eier zwei Blätter, zwischen diesen bildet sich bei längerem Aufbewahren der Eier in Folge von Wasserverdunstung ein mit Luft erfüllter Hohlraum. Demgemäss haben frisch gelegte Eier noch keinen Luftraum, dieser entsteht erst später und vergrössert sich, je älter das Ei wird, und es bieten das Vorhandensein und die Grösse des Luftraumes Anhaltspunkte für die Beurtheilung, ob ein Ei frisch und wie alt es ist. Zur Prüfung der Transparenz des Eies dienen eigene Instrumente, die sogenannten Eierprüfer, Eierspiegel, Ovoskope. Dieselben beruhen darauf, dass man nur die durch das Ei hindurch gegangenen Lichtstrahlen dem Auge zuführt. Hierzu dient z. B. ein dem Stereoskopkästchen ähnlich gebautes grösseres Kistchen, welches innen geschwärzt ist und an der vorderen Wand ein oder zwei Oeffnungen für ein oder für beide Augen hat. Im Innern des Kistchens befindet sich gegenüber diesen Oeffnungen ein Spiegel zur Leitung des Lichtes in's Auge, die obere Wand enthält die Oeffnungen für die Eier, welche, um das Eindringen von Licht zu verhindern, an den Rändern mit Sammt oder weichem Leder ausgefüttert sind. Mit einem solchen Instrumente kann man eine grössere Anzahl Eier auf einmal untersuchen. Eine gebräuchliche Art der Prüfung ist auch, dass man die hohle Hand um das zu prüfende Ei legt und dieses dicht vor das beschattete Auge gegen das Licht hält. Diese Methode ist jedoch nur bei den weissen Eiern anwendbar. Bei dunklen Eiern — Kibitze und Möven — ist man auf die nun folgende Wasserprobe angewiesen.

Weitere Anhaltspunkte zur Bestimmung des Alters der Eier geben nämlich das spezifische Gewicht und die Beweglichkeit des Inhaltes. Die frischen Eier

sind specifisch schwerer als Wasser und schwimmen nicht, dies ist jedoch bei seit mehreren Tagen aufbewahrten Eiern wegen des Wasserverlustes durch Verdunstung — täglich 20—40 mg Gewichtsverlust — immerhin der Fall. Um in einer grösseren Menge von Eiern die alten durch ihr geringeres specifisches Gewicht von den frischen Eiern abzusondern, bereitet man eine Salzlösung von 1 Th. Kochsalz und 10 Th. Wasser, in dieser Lösung schwimmen die alten Eier, während die frischen langsam untersinken. Nach LEPPIG zeigt das specifische Gewicht der Hühnereier je nach ihrem Alter folgende Schwankungen. Frische Eier haben ein specifisches Gewicht von 1.0784 bis 1.0942, im Mittel 1.080; im April und Mai erleidet das specifische Gewicht beim Aufbewahren der Eier eine tägliche Verminderung von 0.0018, im Juni und Juli eine solche von 0.0017. Eier, welche ein specifisches Gewicht von 1.5 besitzen, sind demnach mindestens drei Wochen alt, bei einem specifischen Gewicht von 1.015 beginnen die Eier auch schon faul zu werden. Die Beweglichkeit des Eierinhaltes gibt sich durch das sogenannte Schwappen zu erkennen; es kommt dies nur bei älteren Eiern vor. Man prüft darauf durch Schütteln des Eies; doch darf diese Art der Prüfung nur bei Eiern angewendet werden, die zum sofortigen Verbrauch bestimmt sind, weil das Schütteln das Verderben des Eies sehr begünstigt. Der Geruch der faulen Eier ist durch die Schale nicht nachweisbar. Eier, die in Kalk aufbewahrt wurden (s. Eierconservation), sind daran zu erkennen, dass sie durchaus weiss, ohne Schmutzflecke, jedoch uneben rau und ohne Glanz erscheinen. Erfrorene Eier sind nicht ganz zu verwerfen, man lässt sie in Schnee oder in kaltem Wasser langsam aufthauen und verbraucht sie dann schnell, weil sie leicht verderben. Für alle Fälle leidet durch den Frost der Geschmack der Eier, sie werden übrigens durch länger dauernde starke Fröste für die Küche ganz unbrauchbar. Loebisch.

Eigelb, s. Eidotter.

Eigenwärme, s. Körpertemperatur.

Eilsen, Lippe-Schaumburg in Deutschland, hat vier erdige Schwefelquellen mit Temperaturen von 11—12.5. Der Wiesenbrunnen hat den geringsten Gehalt an festen Bestandtheilen CaSO_4 0.466 und an H_2S 0.067 auf 1000 Th.; der Augen-, Georgen- und Julianenbrunnen zeigen nur geringe Unterschiede, sie enthalten CaSO_4 1.847, 1.016 und 1.730 und H_2S 0.079, 0.088 und 0.075 auf 1000 Th.

Einäschern, s. Aschenbestimmung, Bd. I, pag. 676.

Einäschering. Zur mikroskopischen Beobachtung stark verkieselter Oberhäute (z. B. *Equisetum*) oder der Kieselpanzer der Diatomeen bedient man sich mit Vortheil der Einäschering. Nach SACHS erhält man schöne Kieselskelette, wenn man das Präparat auf Platinblech in einem grossen Tropfen Schwefelsäure über der Flamme so lange erhitzt, bis die weisse Asche übrig bleibt.

Einbalsamiren. Unter Einbalsamirung versteht man im engeren Sinne die durch Anwendung von balsamischen Mitteln (Harzen u. dergl.) erzielte Conservirung von Leichen, im weiteren Sinne aber überhaupt jede Conservirung der Leichen, ob sie durch dieses oder jenes Mittel erreicht wird.

Die Einbalsamirung der Leichen war im Alterthume in gewissen Ländern sehr verbreitet, namentlich in Egypten, wo besondere klimatische und Bodenverhältnisse, sowie religiöse und hygienische Momente Anlass zur Entstehung dieser Sitte gegeben haben mochten. Schon 5000 v. Ch. wurden in Egypten die Leichen vornehmer Personen einbalsamirt und dann in unterirdischen Höhlen und Schächten oder innerhalb pyramidenartiger Steincolosse verwahrt. Diese conservirten Leichen heisst man Mumien von Mum = Wachs.

Nach HERODOT'S Beschreibung gab es bei den Egyptern drei Classen von Einbalsamirung.

Bei der ersten und theuersten Classe wurde zuerst das Gehirn aus der Schädelhöhle mittelst eines hakenförmigen Instrumentes und nachfolgender Ein-

spritzungen von gewissen „Pharmaca“ (wahrscheinlich Aetznatron) entfernt. Dann wurde die Bauchhöhle eröffnet und die Bauch- und Brusteingeweide herausgenommen, von denen ein Theil mit phönizischem Wein und zerriebenen aromatischen Substanzen, wie Cassia, Myrrha, Terpentin u. dergl., imprägnirt und wieder in die Bauchhöhle zurückgebracht wurde, während man den anderen Theil, wahrscheinlich die Gedärme, in den Nil warf. Hierauf wurde die Leiche mit „Nitrum“ eingesalzen und durch 70 Tage in einer nitrumhaltigen Lauge liegen gelassen. Das „Nitrum“ dürfte aber kaum Salpeter allein gewesen sein, sondern wahrscheinlich ein Gemisch von Natron-, Kali- und Thonerdesalzen, wie sie in den ägyptischen und äthiopischen Seen vorkommen. Nach der Herausnahme aus der Nitrum-lauge wurde die Leiche noch mit aromatischen Substanzen gewaschen, dann getrocknet und mit den sogenannten Byssusbinden (Binden aus Baumwolle und Hanf) umwickelt, und zwar zuerst jedes Glied für sich und dann der Körper im Ganzen. Schliesslich kam die Leiche in einen Kasten aus Sykomoren- oder Cedernholz, welcher noch übergypst, bemalt und vergoldet wurde.

Bei der zweiten Classe der Einbalsamirung wurde die Bauchhöhle nicht eröffnet, sondern es wurde eine balsamische Flüssigkeit „Cedria“ (wahrscheinlich in Aetznatron gelöstes Cedernharz) durch den After eingespritzt und letzterer verstopft, die Leiche mit Nitrum eingesalzen und durch 70 Tage in Nitrum-lauge gelegt. Nach dieser Zeit liess man die Flüssigkeit aus dem After wieder ausfliessen, trocknete die Leiche und umwickelte sie mit den Byssusbinden.

Bei der dritten Classe spritzte man „Surnaja“ (wahrscheinlich einfaches Aetznatron) in den After ein und verfuhr im Uebrigen ähnlich wie bei der 2. Classe, nur dass der Körper nicht mit Binden umwickelt wurde.

Die Richtigkeit dieser von HERODOT gelieferten Beschreibung wird von neueren Forschern in manchen Punkten angezweifelt. So glaubt man, dass die Leiche sogleich nach der Herausnahme der Eingeweide in die Nitrum-lauge kam und erst dann die verschiedenen Höhlen mit geschmolzenen Harzen, wie Cedria, Asphalt u. dergl., ausgegossen wurden.

Die Aethyopier liessen ihre Leichen austrocknen, schlugen sie dann in Gyps ein und stellten sie schliesslich in eine hohle, durchsichtige, aus „Hyalos“ (vielleicht Steinsalz) bestehende Säule.

Die Assyrier sollen ihre Leichen in Wachs und Honig conservirt haben.

Bei den Griechen kamen Einbalsamirungen nur ausnahmsweise vor, und zwar blos zum Zwecke der Transportirung von Leichen; so wurde die Leiche Alexander d. G. in Honig conservirt und nach Alexandrien gebracht.

Die alten Peruaner hatten ihre Leichen mit Binden umwickelt und dann in sitzender Stellung in Mörtel eingeschlossen, während die Südsee-Insulaner die Todten durch mehrere Monate mit Cocosnussöl einrieben und hierauf an der Sonne austrockneten.

Im Mittelalter kannten in Europa die Kunst der Einbalsamirung nur einige wenige Alchymisten, Aerzte u. dergl., welche dieselbe in geheimnissvoller Weise hüteten. In den letzten Jahrhunderten hatten sich einzelne holländische, französische, italienische und auch deutsche Aerzte durch ihre Geschicklichkeit im Einbalsamiren bekannt gemacht. Sie verwendeten hierzu entweder trockene Substanzen, wie Salpeter, Alaun, Salmiak, Harze, oder Flüssigkeiten, wie Alkohol, Holz- oder Weinessig, Terpentin. In ersterem Falle wurden zuerst die grossen Körperhöhlen ihres Inhaltes entleert und auch aus den Weichtheilen durch Einschnitte die Flüssigkeit entfernt; dann wurde der Körper mit den obengenannten Salzen oder Harzen aussen und innen eingerieben, die Höhlen mit aromatischen Kräutern ausgefüllt und schliesslich der Körper in Binden eingewickelt, welche mit aromatischen Substanzen getränkt waren.

Als man zu Anfang dieses Jahrhunderts die fäulnisswidrige Wirkung einiger Metallverbindungen, insbesondere des Sublimats und des Arseniks, kennen lernte,

verwendete man dieselben auch zur Leichenconservirung, und zwar fing man jetzt an, Lösungen dieser Substanzen in die grossen Blutgefässe einzuspritzen.

CHAUSSIER in Paris war der Erste, welcher eine alkoholische Lösung von Sublimat injicirte und auf diese Art die Leiche Ludwig XVIII. einbalsamirte, während TRANCHINA in Neapel zuerst Arsenik zur Leichenconservirung benutzte. Aber auch andere Metallsalze, wie Chlorzink, essig-, schwefel- oder salzsaure Thonerde, wurden zu diesem Zwecke verwendet. So gebrauchte GANNAL, dessen Einbalsamirungen in den Vierzigerjahren in Paris eine gewisse Berühmtheit erlangt hatten, eine Mischung, welche aus gleichen Theilen von schwefelsaurer und salzsaurer Thonerde bestand, wovon 1 kg in 6 l einer Lösung von 500 g Arsenik in 40 l Wasser gelöst wurde. Um die Gesichtsfarbe durch Verleihung eines röthlichen Schimmers lebhafter zu machen, spritzte man noch überdies eine Auflösung von Carmin in essigsauerm oder schwefelsauerm Ammoniak in die Gesichtsarterien ein.

Zu erwähnen ist noch, dass man auch gasförmige Substanzen zur Conservirung zu benutzen versuchte; so DUPRÉS, welcher die Dämpfe der schwefeligen Säure in die grossen Blutgefässe einleitete.

In der neuesten Zeit wird auch Carbolsäure oder Thymol verwendet, namentlich wenn es sich um Conservirung für kürzere Dauer, z. B. für anatomische Unterrichtszwecke, handelt. So pflegt man in den Secirsälen, um das Leichenmaterial für einige Zeit vor Fäulniss zu schützen, eine Carbolsäurelösung in Glycerin mit oder ohne Zusatz von Alkohol in die Blutgefässe zu injiciren.

Beabsichtigt man, eine Leiche zum Behufe der Agnosicirung oder der Besichtigung durch eine Gerichtcommission bloß für einige Tage auf möglichst einfache Weise vor Fäulniss zu schützen, so kann man dieselbe in Tücher einwickeln, welche mit einer concentrirten Carbolsäurelösung wiederholt begossen werden.

Die jetzt gebräuchlichste Einbalsamirungsmethode besteht darin, dass man eine Lösung von Sublimat in Alkohol (etwa 1 auf 30) in die beiderseitige *Arteria carotis communis*, *axillaris* und *femoralis* in centraler und peripherer Richtung einspritzt. Ist die Eröffnung der Leiche gestattet, so werden die Brust- und Baueingeweide herausgenommen, die betreffenden Höhlen mit der Sublimatlösung ausgewaschen und hierauf mit aromatischen Substanzen und Kohlenpulver ausgefüllt. Schliesslich kann man noch in die Nasen- und Mundhöhle, sowie in den After und in die Scheide mit Carbolsäure getränkte Wattetampons einlegen und die Leiche mit einer concentrirten Carbolsäurelösung waschen oder mit Binden umwickeln, welche mit dieser Lösung getränkt sind. Weichselbaum.

Einbettung. Die Einbettung erstreckt sich auf an und für sich schnittfähige oder schnittfähig gemachte Gegenstände, welche ihrer besonderen Beschaffenheit halber dieses vorbereitende Verfahren erheischen. Dasselbe beruht auf der Umhüllung, beziehentlich der Durchdringung und Umhüllung des in Dünnschnitte zu zerlegenden Objectes mittelst solcher Mittel, welche aus dem flüssigen Zustande in einen soweit erstarrten übergeführt werden können, dass sie eine reine und sichere Schnittführung gestatten.

Die Art der Einbettung gestaltet sich je nach der Art und der die Schnittfähigkeit bezweckenden Vorbehandlung verschieden.

Sehr kleine Körperchen, wie Stärkemehl, Pollenkörner, Sporen, kleine Samen u. dergl., behandelt man mit gutem Erfolge am einfachsten nach dem älteren, schon von SCHACHT empfohlenen Verfahren. Man bestreicht das flach geschnittene Ende einer entsprechend dicken Stange aus Hollunder- oder Sonnenblumenmark oder einen dünnen Kork mit einem Tropfen einer dicken Gummilösung (10 g Gummi arabicum, 10 g Wasser und 30—40 Tropfen Glycerin) und lässt diese bei aufrechter Stellung der Stange eintrocknen. Auf diese Unterlage bringt man eine zweite Gummischicht und streut in diese die betreffenden Gegenstände ein, lässt wieder trocknen und wiederholt das Aufbringen einer derartigen Lage noch einige Mal, um zuletzt mit einer reinen Gummischicht abzuschliessen. Nachdem der entsprechende Trockenheits-

grad erreicht ist, bei welchem das Gummi weder zu weich, noch zu spröde erscheint, nimmt man mittelst eines scharfen Rasirmessers zunächst den oberen Theil der Einbettung weg und dann sich folgende feine Durchschnitte, unter denen man, da man hier natürlich die Schnittrichtung in Bezug auf die in Frage kommenden Gegenstände nicht in der Gewalt hat, die geeigneten unter dem einfachen Mikroskope oder der Präparirlupe aussucht.

In ähnlicher Weise, aber auch recht gut für mittelst der Masse zu durchdringende Objecte lässt sich die — am zweckmässigsten aus einer Handlung für mikroskopische Präparate und Hilfsmittel zu beziehende, aber auch eigenhändig darstellbare Glycerin-Gelatine (s. d.) anwenden. Die Einbettung erfolgt hier in der vorher durch Erwärmen flüssig gemachten Masse in der gleichen Weise wie oben. Sollen die zu schneidenden Objecte durchdrungen werden, so müssen dieselben 1—2 Tage oder auch länger in der im Wasserbade flüssig zu erhaltenden Masse verbleiben. Die Erhärtung wird dann bei zarteren Objecten durch Eintrocknen, bei weniger empfindlichen durch Versenken in absoluten Alkohol, welcher nach 10—20 Minuten einen verschiedenen hohen Grad derselben herbeiführt, erzielt.

Ein ähnliches Einbettungsmittel gewährt eine Lösung von Celloidin in gleichen Theilen von Alkohol und Aether. Gehärtete Objecte werden hier zunächst durch Auswaschen mittelst destillirten Wassers von dem Härtungsmittel befreit, dann zur Entfernung des anhaftenden Waschwassers in Alkohol, und wenn erforderlich zuletzt in Aether gebracht. Hierauf senkt man die Objecte, wenn sie durchdrungen werden sollen, erst in eine verdünnte, dann in eine syrupdicke Lösung ein.

Die Erhärtung geschieht mittelst Einsenkung in 75—80procentigen Alkohol, welcher bei gleichzeitiger Erhaltung der Durchsichtigkeit dem Celloidin eine schnittfähige Festigkeit verleiht. Diese Einbettungsweise empfiehlt sich besonders um deswillen, weil die eingebetteten Objecte beliebig lange in dem Alkohol aufbewahrt werden können, ohne zu leiden, man sich also reichliches Material vorbereiten kann.

Für Gegenstände, welche vor der Einbettung eine Behandlung mit Alkohol und flüchtigen Oelen verlangen, verwendet man fetthaltige Einbettungsmassen, wie Paraffin, Mischungen aus Talg und Paraffin, Wachs und Oel, Stearin u. s. w., welche aber des Temperatureinflusses halber meist ein Ausprobiren in Bezug auf ihre beim Erstarren erlangte Beschaffenheit verlangen.

Das Paraffin, von welchem man je nach der Beschaffenheit des einzubettenden Gegenstandes 2 Sorten von verschiedener Schmelzbarkeit und Härte (Schmelzpunkt etwa 45° und 58°) in entsprechenden Mengen mit einander vermischt, oder welchem man bei erwünschter grösserer Härte nach Bedarf Ceresin, für eine weichere Masse ebenso Vaselin zusetzt, bildet eine recht brauchbare Masse für härtere und zartere Gegenstände. Um grössere und robustere Gegenstände einzubetten, verfertigt man sich vierseitige Kästchen aus Carton oder starker Zinnfolie. In diese giesst man so viel des bis eben zum Schmelzen erwärmten Paraffins, dass es den Boden einige Millimeter hoch bedeckt und lässt erstarren, dann bringt man auf diese Unterlage, und zwar nahe an das eine Ende der langen Axe des Kästchens, das vorher von der Erhärtungsflüssigkeit befreite, mit Alkohol und Terpentin-, Nelken- oder Bergamottöl behandelte, mittelst Fliesspapiere abgetrocknete Präparat und übergiesst mit einer neuen, das letztere wieder um ein paar Millimeter hoch bedeckende Menge Paraffins, wonach die Masse nach Verlauf von etwa 1 Stunde schnittfähig geworden ist.

Sollen die Objecte auf das vollständigste durchdrungen werden, so senkt man die frischen Objecte auf längere Zeit mehrere Tage bis einige Wochen in absoluten Alkohol, entfernt diesen durch Einlegen, und zwar wiederum auf längere Zeit in Terpentinöl oder Chloroform, legt dann, nachdem dieses allen Alkohol aufgenommen hat, erst in eine schwache, dann in mehr und mehr concentrirte Lösungen von Paraffin, in Terpentinöl oder Chloroform und schmilzt endlich in reines Paraffin ein. Das Schneiden geschieht dann unter Benetzung der Schnittfläche mit Alkohol,

während die Einbettungsmasse von den Schnitten mittelst Einlegen in eines der oben genannten Lösungsmittel weggelöst wird.

Von den Mischungen möge hier nur die von Professor G. v. KOCH empfohlene, vielfach bewährte, namentlich aber von der äusseren Temperatur wenig beeinflusst werdende, aus 2 Th. Cacaobutter und 3 Th. Spermacet bestehende erwähnt werden. Die Masse wird durch sorgfältiges Zusammenschmelzen der beiden Bestandtheile hergestellt, besitzt eine gute Schnittfähigkeit und ausserdem den Vortheil, dass Lösungen davon in ganz derselben Weise zur Durchdringung der in ähnlicher Weise vorbehandelten Objecte verwendet werden können, wie die Lösungen des Paraffins.

Sind solche Objecte mittelst der Einbettungslösungen zu durchtränken, welche beim Uebertragen von Alkohol in Terpentinöl oder Chloroform eine Schrumpfung erleiden könnten, so leistet das von Dr. GIESBRECHT mitgetheilte Verfahren gute Dienste. Man füllt ein Cylinderglas zum Theil mit Alkohol und lässt mittelst einer Pipette das Oel oder Chloroform darunter laufen, so dass beide Flüssigkeiten zwei gesonderte Schichten bilden. Das Object bringt man dann auf den Alkohol, in welchem es allmählig weiter und dann in der untenstehenden Flüssigkeit — der man, wenn sie aus Chloroform besteht, um das Sinken zu befördern, etwas Aether zusetzt — zu Boden sinkt, womit der Austausch der beiden Flüssigkeiten erfolgt ist.

Für pharmakognostische getrocknete Objecte wird in neuester Zeit von VINASSA (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, Bd. II, pag. 320 u. f.) ein etwas weitläufiges, im Vacuum vorgenommenes Verfahren der Einbettung angegeben, welches indessen in den meisten Fällen zu guten Resultaten geführt haben soll. Wir verweisen für das genauere Studium auf den angeführten Aufsatz und begnügen uns hier nur Folgendes anzuführen:

Schleimreiche, wasseranziehende oder mit grossen Hohlräumen versehene Objecte, wie z. B. Radix Althaeae, Liquiritiae, Pimpinellae, Rhizoma Galangae, Iridis u. a., werden in eine Glyceringelatine aus 150 g Gelatine, 500 g Wasser und 1000 g Glycerin eingebettet.

Für Chinarinden, Radix Cascarillae, Cinnamomi etc., Rhizoma Curcumae, Zingiberis u. a., sowie ähnliche Objecte wird die Masse allmählig concentrirt, indem die Objecte je nach ihrer Art zu verschiedenen Zeiten aus dem Vacuum genommen werden. Harzreiche und farbstoffhaltige Hölzer werden zunächst mit Alkohol behandelt, der so lange erneuert wird, bis er sich nicht mehr färbt und dann einfach in verdünntes Glycerin eingetaucht, aus dem Vacuum gebracht, 8—14 Tage stehen gelassen und die Operation so oft wiederholt, bis beim erneuten Einsetzen in das erwärmte Vacuum kein Schäumen (Auftreten von Luftblasen) mehr erfolgt.

Dippel.

Einbrodt's Reagens auf Ammoniak ist eine mit Kaliumcarbonat schwach alkalisch gemachte Quecksilberchloridlösung, die mit Ammoniumsalzen eine weisse Trübung oder solchen Niederschlag gibt.

Eindampfen, s. Abdampfen, Bd. I, pag. 3.

Einfallsebene, Einfallslath, Einfallswinkel, s. Brechung, Bd. II, pag. 374.

Einfassen, Einfüllen, s. Defect, Bd. III, pag. 423.

Eingeweidewürmer, s. Helminthen.

Einhorn (*Unicornu* s. *Monoceros*, *Licorne* Fz.). Das in der Medicin des 15.—18. Jahrhunderts als Alexipharmakon ausserordentlich geschätzte wahre Einhorn, *Unicornu verum*, war, wie der dänische Anatom BARTHOLINUS im Anfange des 17. Jahrhunderts nachwies, der oft bis 3 m lange, spiralförmig gefurchte, weisse und elfenbeinharte Stosszahn des in den nördlichen Meeren, am

häufigsten zwischen 70 und 80° lebenden Narwal, *Monodon Monoceros L.* (*Ceratodon Monodon Pall.*, *C. Monoceros Briss.*, *Narvalus vulgaris Lacép.*). Dasselbe wurde in seiner Glanzperiode mit ganz enormen Preisen bezahlt, verlor aber nach dem Nachweise seiner Herkunft Ansehen und Werth. Neben dem wahren Einhorn gab es in den Apotheken früherer Jahrhunderte noch das fossile Einhorn, auch fossiles oder blaues Elfenbein genannt, *Unicornu s. Cornu fossile*, *Ebur fossile*, die gebogenen, 3—4 m langen, bis 8 kg schweren, brüchigen, aussen grauen oder schwärzlichen, innen weissen Stosszähne des in den Diluvial-schichten von Asien und Europa häufig gefundenen, ausgestorbenen Mamuth- oder Mamuth-Elephanten, *Elephas primigenius Blb.* Beide, ihrer chemischen Zusammensetzung nach zum animalischen Kalk (s. Bd. II, pag. 466) mit vorwaltendem phosphorsaurem Kalk gehörende Präparate haben nur historische Bedeutung. Das noch mancher Apotheke als Wahrzeichen und als Wappenthier im englischen Wappen dienende pferdeähnliche, mit einem Horne an der Stirn versehene Einhorn ist die phantastische Nachbildung eines nicht existirenden, von den Alten mit verschiedenen Mythen umgebenen Thieres der Wüste, in welchem man bald die Giraffe oder eine Art Antilope, bald das Nashorn zu sehen glaubte, dessen afrikanische Species, *Rhinoceros africanus L.*, auf dem Nasenrücken zwei hintereinanderstehende Hörner trägt, während das indische (*R. unicornis L.*, *R. indicus Cuv.*) und javanische Nashorn (*R. javanicus Cuv.*) allerdings nur ein solches führen. Mit dem *Unicornu verum* haben die von einzelnen deutschen Pharmakognosten als Einhorn, *Unicornu* ohne weitere Bezeichnung, aufgeführten schmutziggelben, aus Horngewebe (nicht aus Knochen) bestehenden Hörner des *Rhinoceros* absolut nichts zu thun.

Th. Husemann.

Einkorn ist eine bespelzte Weizenvarietät (*Triticum monococcum L.*) von untergeordneter Bedeutung.

Einnehmegläser, s. Dosirungsgläser, Bd. III, pag. 274.

Einpöckeln, Einsalzen, s. Conservirung, Bd. III, pag. 270.

Einsammlung der Drogen. Die Einsammlung der arzneilich angewendeten Pflanzen und Pflanzenproducte war ehemals, soweit es sich um einheimische handelte, ausschliesslich Sache der Apotheker oder von diesen beauftragter Leute. Heutzutage, wo nur in einigen Gegenden noch der Apotheker selbst sich damit beschäftigt und die Drogen von den Händlern gekauft werden, ist die Einsammlung Sache der Drogenhandlungen geworden, die meist die Landbevölkerung zu dem Geschäfte heranziehen. So werden in jede Drogenhandlung vom Frühjahr bis zum Herbst zahlreiche, meist kleine Posten eingeliefert, die auf dem flachen Lande von den wildwachsenden Pflanzen gesammelt wurden. Bei der geringen Menge noch jetzt arzneilich verwendeter einheimischer Pflanzen und der herrschenden Tendenz der Pharmakologie, nur gut definirte und in ihrer arzneilichen Wirkung leicht zu überschende Substanzen in Anwendung zu ziehen, sinkt die Zahl der einheimischen Drogen von Jahr zu Jahr, in demselben Masse nimmt aber, da man die Drogen doch nun einmal nicht ganz entbehren will, das Suchen nach neuen Drogen in fernen Ländern immer mehr überhand. In grösserer Menge werden von wildwachsenden einheimischen Pflanzen jetzt eigentlich nur noch die sogenannten narcotischen Kräuter (*Digitalis*, *Belladonna*, *Conium*, *Hyoscyamus*) und Samen, sowie einige Wurzeln und Rhizome (*Gentiana*, *Filix*, *Calamus*, *Taraxacum*) gesammelt. Die Einsammlung, meist seit altersher in den Händen einiger Familien, geschieht im Allgemeinen zu einer Zeit, die der Höhe der arzneilichen Wirksamkeit des betreffenden Pflanzentheils entspricht, so dass gegen die Art dieser Einsammlung im Grossen und Ganzen nichts einzuwenden ist. Auch vor Verwechslung wissen sich die betreffenden Sammler, trotzdem ihnen eigentliche botanische Kenntnisse abzugehen pflegen, zu bewahren. Langjährige praktische Erfahrung ersetzt hier das wissenschaftliche Verständniss. Immerhin kommen Verwechslungen doch noch

da und dort vor. Um sich vor diesen zu bewahren, sollte zwar der Drogist mit ausreichenden botanischen Kenntnissen ausgerüstet sein, da er es jedoch oftmals nicht oder nur in geringem Maasse ist, so liegt es dem Apotheker ob, die von dem Drogisten aus zweiter Hand gekauften Waaren auf ihre Identität und Reinheit zu prüfen. Damit er dies kann und sich also vor Benachtheiligung oder gar vor schwerem Schaden zu bewahren vermag, muss er botanisch und pharmakognostisch gut geschult sein. Beide Disciplinen besitzen für ihn also die grösste praktische Bedeutung. Jedenfalls darf es der Apotheker niemals unterlassen, die gekauften Drogen einer sorgfältigen Prüfung zu unterwerfen, da es oft genug vorgekommen ist, dass ganz unschuldigen Kräutern giftige beigemengt waren.

Die Einsammlung der nicht narcotischen Kräuter, Wurzeln, Samen etc. geschieht ebenfalls von der Landbevölkerung. Die „Kräutersammler, Wurzelgräber, Botaniker“ — mit dem Ton auf dem i — wie sich die Leute nennen, suchen die oft nur ihnen bekannten Standorte der betreffenden Pflanzen zu der Zeit auf, die als die beste durch die Tradition bezeichnet wird. Selten ist es möglich, sie eines Besseren zu belehren, wenn die Zeit, in der sie seit altersher die Droge sammelten, sich vielleicht durch systematische wissenschaftliche Untersuchungen als unvortheilhaft erwiesen hat. Mit der ganzen Zähigkeit, die den deutschen Landmann auszeichnet, halten sie an ihren Vorurtheilen fest, und es ist um so schwerer, auf diese Sammler durch Belehrung einzuwirken, da sie auch jetzt, wenschon in viel geringerem Maasse als früher, beim Volke selbst in einem gewissen Ansehen stehen, da ihnen „der Pflanzen Wirkung und Heilkraft“ bekannt ist. Sie sind gewissermassen die Erben der mittelalterlichen Naturärzte und fungiren als solche auch auf dem Lande oft genug noch jetzt.

Ein grosses, wissenschaftlich noch wenig bebautes Feld der Drogenkunde ist das, welches sich mit der Frage beschäftigt: in welchem Monate besitzt die betreffende Droge die grösste Menge ihrer wirksamen Bestandtheile? Erst für eine verhältnissmässig kleine Anzahl Drogen kennen wir den Zeitpunkt ihres maximalen Gehaltes genau und doch ist die Kenntniss desselben das Hauptmoment für die Einsammlungszeit. Auch hier hat freilich der natürliche praktische Sinn und ein gewisses naturwissenschaftliches Tactgefühl mit divinatischem Scharfsinn oft das Richtige errathen, was nachträglich durch die Wissenschaft bestätigt wurde. Bei vielen unterirdischen Reservebehältern z. B. verräth sich die Erfüllung mit Reservematerial oft schon durch das pralle Aussehen. Immerhin wird darauf stets Bedacht zu nehmen sein, dass dieselben nur zu der Zeit gesammelt werden, die der maximalen Erfüllung mit Reservestoffen entspricht, also zu einer Zeit, wo sie weder noch nicht vollständig erfüllt, noch bereits zum Theil entleert sind.

Aber auch viele oberirdische Organe, z. B. die Blätter, erreichen nur zu einer bestimmten Zeit das Maximum ihres Gehaltes an bestimmten Stoffen. Durchaus nicht immer fällt dies Maximum mit der Höhe der Entwicklung des betreffenden Organs zusammen. Manche Blätter sind z. B. an Alkaloiden im jungen Zustande reicher als im ganz alten. Doch kann man auch hier als Regel aufstellen, dass das Maximum des Gehaltes bei Blättern kurz vor der Entleerung liegt, die auch das Blatt nothwendig bei der Bildung der Blüthen theile erfahren muss. Man kann also ganz allgemein sagen, dass, während für Knollen, Rhizome und Wurzeln die günstigste Einsammlungszeit das zeitige Frühjahr oder der späte Herbst ist, also die Zeit, wo sie noch nicht entleert oder schon wieder gefüllt sind, Blätter im Allgemeinen kurz vor dem Blühen der Pflanze zu sammeln sind. Die Dauer der Blüthezeit ist meist eine so kurze, dass eine Zeitangabe für die Blüthen überflüssig erscheint.

In den Culturen der Arzneipflanzen, besonders in Cölleda, ist auch die Einsammlungszeit genau geregelt. Leider vertragen die narcotischen Kräuter den Anbau nicht ohne Beeinträchtigung ihrer arzneilichen Wirksamkeit. Sie entwickeln sich zwar üppiger, verlieren aber an Gehalt.

Die Einsammlung der fremdländischen Drogen ist noch weniger geregelt als die unserer einheimischen. Unter genauerer Controle stehen auch hier nur die Culturen. Bei besonders werthvollen Drogen, wie z. B. der Chinarinde, dem Opium, wird auf die Wahl der geeigneten Einsammlungszeit und Einsammlungsart grosses Gewicht gelegt. Im Allgemeinen geht man aber, besonders in den Bezirken, in denen die Natur in unerschöpflicher Fülle immer von Neuem producirt, ziemlich rücksichtslos vor, sowohl was Zeit als Methode betrifft, und da die bei Weitem grössere Menge fremdländischer Drogen nicht aus Culturen stammt, sondern von den Einheimischen, meist wilden oder halbwildem Völkern, gesammelt wird, so kann es nicht überraschen, dass sowohl in unverantwortlicher Weise dabei vergebend wird, als auch die Einsammlungsart eine weder geregelte, noch auf irgend welchen Erwägungen tieferer Art aufgebaut ist. Man sammelt meist, was und wie man es findet, auf's Gerathewohl und verarbeitet die Droge auf die roheste Weise. Wie viel z. B. jährlich Kampfer, Aloë und Kautschuk vergeudet wird, lässt sich gar nicht in Zahlen ausdrücken. Hier ist ein Punkt, wo die Colonisationsbestrebungen einzusetzen haben.

Beim Einsammeln der Drogen ist wohl darauf zu achten, dass nur derjenige Theil der Pflanze gesammelt wird, der wirksam ist, dass z. B. die meist werthlosen Stiele krautiger Pflanzen entfernt werden. Wird dies vom Sammler selbst verabsäumt, so muss der Drogist oder Apotheker durch Auslesen das Versäumte nachholen. Nur in den Fällen, wo anhängende Organe gute diagnostische Merkmale abgeben, die der Droge selbst abgehen, lässt man sie daran, wie z. B. bei der *Rad. Hellebori viridis* und *nigri* die Wurzelblätter.

Die Einsammlung der Pflanzenproducte ist eine sehr verschiedene und wechselt nach dem Producte selbst. Einige Harze und Gummata fliessen freiwillig aus und werden nur von den Pflanzen abgelesen (*Gummi arabicum*, *Ammoniacum*), bei anderen wird das Ausfliessen durch Einschnitte befördert (*Terpentin*, *Sandarac*) oder hervorgerufen (*Euphorbium*, *Opium*). In einigen Fällen muss man dabei, besonders wo es sich um Wurzeln handelt, die ganze Pflanze opfern (*Asa foetida*). Auch diese Manipulationen werden meist von Eingeborenen ausgeführt und sind selten geregelt, oftmals sogar mit einer unnöthigen Schädigung der Pflanze verbunden, die in vielen Fällen wohl zu vermeiden wäre.

Meist wird die bei uns eingesammelte Droge sofort vom Sammler getrocknet, doch liefern sie Viele auch in frischem Zustande ein. Es liegt dann der Drogenhandlung ob, sie zu trocknen.

Diese zweite Manipulation wird ebenfalls nur in Europa und auch hier erst seit etwa 10—20 Jahren sachgemäss betrieben. Nur bei einigen werthvollen fremdländischen Drogen, und auch nur bei cultivirten, z. B. den Chinarinden, gibt man sich Mühe, das Trocknen sachgemäss vorzunehmen, seitdem sich gezeigt hat, dass durch unsorgfältiges Trocknen der Gehalt leidet.

Im Allgemeinen kann als Regel gelten, dass man rasch trocknen und thunlichst künstliche Wärme vermeiden muss. Feuchte Drogen pflegen sich schnell zu zersetzen, also wirksame Bestandtheile zu verlieren — ganz abgesehen davon, dass sie unansehnlich werden. Das äussere Aussehen zu erhalten sind die Drogisten daher besonders bemüht. Nun muss freilich zugegeben werden, dass dasselbe in gewisser Beziehung wenigstens die Integrität der Bestandtheile gewährleistet und daher einen guten Anhaltspunkt darbietet — immerhin ist es jedoch nicht das Einzige, worauf es ankommt. Gerade die schönsten und ansehnlichsten Handelsrinden der China z. B. sind oft genug die gehaltärmsten. Besonders wird bei den Blättern und Blüten auf gutes Aussehen, d. h. auf eine gute Erhaltung der Farbe gesehen. Dieselbe wird, wie die Erfahrung gelehrt hat, durch verbesserte Trockenvorrichtungen erzielt. Da, wie ich gezeigt habe, der grüne Farbstoff der Blätter sehr rasch in das olivengrüne Chlorophyllan übergeführt wird, wenn derselbe der Einwirkung der im Zellsaft gelösten Pflanzensäuren ausgesetzt wird und es eine bekannte Erfahrung ist, dass bei Gemischen verschiedener Körper sich die Zer-

setzung, die der eine erleidet, auch auf die anderen überträgt, also eine Zersetzung aller hervorruft, so ist es erstes Erforderniss, diese Lösung so schnell wie möglich durch Verdunstenlassen zu beseitigen, denn *corpora non agunt nisi fluida*. Das wird sehr leicht dadurch geschehen können, dass man die Blätter so gut ausbreitet, dass keines auf dem anderen liegt und die Ausbreitung in einem sehr gut durchlüfteten Raume vornimmt oder in einem Raume, der mit mechanischen Vorrichtungen versehen ist, zur raschen Beseitigung des Wasserdampfes. Je vollkommener man diesen Anforderungen entspricht, um so schöner werden die Farben erhalten bleiben. Am besten eignet sich die gewöhnliche Sommertemperatur zum Trocknen, über 40° aber darf man in den Fällen, wo künstliche Wärme angewendet wird, um schön aussehende Drogen zu erzielen, nicht gehen. Nur einige Rhizome und Knollen (wie *Curcuma* und *Orchis*) müssen gebrüht werden, da sie sich auch bei 40° nicht trocknen lassen und die Neigung zeigen, sobald sie genügende Luftfeuchtigkeit finden, auszutreiben. Besonders schleim- und zuckerreiche Drogen sind schwer zu trocknen. Hier ist, wenn nicht zugleich ätherisches Oel vorhanden ist, auch eine höhere Temperatur erlaubt (z. B. bei der *Scilla*). Trotzdem ziehen diese Drogen doch mit der Zeit wieder Wasser an, so die schleimreiche *Scilla*, welche in der Kammer noch oft austreibt, sogar blüht, und die zuckerreiche Liebstöckelwurzel, die immer weich sein wird. Ist es in Folge Raummangels nicht möglich, die Drogen so weit auszubreiten, dass sie nur in einfacher Schicht liegen, so wird man auch dadurch nachhelfen können, dass man täglich mehrmals die Drogen wendet. Wurzeln kann man sehr praktisch dadurch trocknen, dass man sie auf Fäden reiht und diese aufspannt — so wird z. B. in Cölleda die *Angelica* und der Liebstöckel getrocknet.

Dicke Wurzeln und Rhizome werden in der Mitte der Länge nach aufgespalten (*Kalmus*, *Alant*) oder in Scheiben geschnitten (*Colchicum*).

Nur eine verhältnissmässig kleine Anzahl von Drogen wird in frischem Zustande verwendet. Die meisten dieser frischen Drogen werden aber auch nicht als solche gebraucht, sondern zur Bereitung der *Succi recentes* und anderer pharmaceutischer Präparate (Extracte, Tincturen etc.) benutzt, wie z. B. die *Rhizoma Filicis*, die nur im frischen Zustande verarbeitet ein wirksames Extract liefert. Von den Drogen wird eigentlich nur noch die *Scilla* in den Apotheken frisch vorrätzig gehalten. Einige derselben sind in frischem Zustande sehr viel wirksamer als im Trockenem, z. B. die *Cort. rad. Granati*. Andererseits erhalten auch eine Anzahl von Drogen erst durch das Trocknen ihren eigenartigen Geruch, wie z. B. die *Rhiz. Iridis*, die frisch sogar unangenehm riecht, auch beim Arnikarhizom kommt der charakteristische Geruch und Geschmack erst bei der getrockneten Droge zur vollen Geltung. Die meisten verlieren durch Trocknen sowohl an Geruch als an Schärfe, einige werden geradezu geruchlos.

Den Wünschen der Drogisten, denen es immer mehr entsprach, schön aussehende als gehaltreiche Drogen zu liefern, ist bis in die neueste Zeit dadurch entsprochen worden, dass man zahlreiche Drogen schälte. Erst durch die bestimmte Vorschrift der deutschen Pharmakopöe ed. II., wenigstens dort das Schälen zu unterlassen, wo es direct den Werth und die Haltbarkeit vermindert, wie bei *Rhiz. Calami* und *Rhiz. Filicis*, ist man dahin gelangt, von diesem Brauche wenigstens theilweise abzugehen. Es wäre zu wünschen, dass dies in weiterem Umfange noch geschähe. Ursprünglich lag dem Schälen wohl die Tendenz zu Grunde, die unwirksame Korkschiebt zu entfernen. In dieser Hinsicht besitzt es z. B. beim Zimmt einige Berechtigung. Nur dürfte bei allen aromatischen Drogen wohl zu erwägen sein, ob die Korkschiebt nicht dadurch, dass sie die Verdunstung der ätherischen Oele herabmindert, mehr nützt als sie die Brauchbarkeit der Droge durch die Beimischung der wenigen indifferenten Korkschiebten beeinträchtigt.

Bei ausländischen Drogen entscheidet über derartige Manipulationen fast ausschliesslich die Handelsusance, die z. B. noch jetzt den unsinnigen Kalküberzug

über die Muscatnüsse verlangt, den Erdüberzug der Cacaobohnen schätzt u. a. m. (vergl. auch Arzneipflanzen, Bd. I, pag. 642).

Tabelle

über die ungefähre Ausbeute von 100 Gewichtstheilen einiger frisch gesammelter meist einheimischer Drogen an Trockensubstanz.

<i>Boletus cercin.</i> 25	<i>Fol. Digitalis</i> 20	<i>Herb. Serypylli</i> 36
<i>Bulbus Scillae</i> 18	— <i>Farfarae</i> 19	— <i>Thymi</i> 33
<i>Cort. Mezerei</i> 50	— <i>Juglandis</i> 30	— <i>Violae tricol.</i> 24
— <i>Quercus</i> 40	— <i>Malvae</i> 20	<i>Rad. Althaeae</i> 25
<i>Flor. Acaciae</i> 25	— <i>Melissae</i> 22	— <i>Angelicae</i> 20
— <i>Arnicae</i> 20	— <i>Menth. pip. und crisp.</i> 20	— <i>Belladonnae</i> 38
— <i>Carthami</i> 20	— <i>Nicotianae</i> 20	— <i>Helenii</i> 25
— <i>Chamomillae roman.</i> 25	— <i>Salviae</i> 22	— <i>Levistici</i> 38
— <i>vulg.</i> 26	— <i>Stramonii</i> 45	— <i>Liquiritiae</i> 33
— <i>Lamii alb.</i> 20	— <i>Trifolii</i> 22	— <i>Ononidis</i> 36
— <i>Lavandulae</i> 39	— <i>Uvae ursi</i> 20	— <i>Saponariae</i> 32
— <i>Malvae arbor.</i> 20	<i>Fruct. Myrtilli</i> 16	— <i>Taraxaci</i> 22
— <i>vulg.</i> 20	<i>Gemmae Populi</i> 36	— <i>Valerianae</i> 24
— <i>Rhocados</i> 18	<i>Herb. Absinth.</i> 25	<i>Rhiz. Calami</i> 25
— <i>Rosae</i> 24	— <i>Card. bened.</i> 25	— <i>Filicis</i> 32
— <i>Sambuci</i> 25	— <i>Centauri</i> 26	— <i>Graminis</i> 40
— <i>Tiliae</i> 31	— <i>Cochlear.</i> 8	— <i>Imperatoriae</i> 22
— <i>Verbasci</i> 19	— <i>Conii</i> 25	— <i>Tormentillae</i> 42
<i>Fol. Althaeae</i> 15	— <i>Hyoscyami</i> 20	<i>Stipit. Dulcamarae</i> . . . 33
— <i>Belladonnae</i> 18	— <i>Meliloti</i> 28	<i>Tubera Colchici</i> 34

Tschirch.

Sammelkalender.

Monat Februar.

Ligna varia.
Radix Hellebor. nigr.
Viscum quercin.

Monat März.

Cortex Frangulae.
— *Hippocastani.*
— *Mezerei.*
— *Pruni Padi.*
— *Quercus.*
— *Salicis.*
— *Ulni.*
— *Taxi.*
Gemmae Populi.
Radix Althaeae (2jährig).
— *Angelicae* (2jährig).
— *Ari.*
— *Arnicae.*
— *Bardanae* (2jährig).
— *Consolidae maj.*
— *Enulae.*
— *Imperatoriae.*
— *Lapathi.*
— *Levistici.*
— *Ononidis.*
— *Paeoniae.*
— *Petroselini.*
— *Taraxaci.*
— *Tormentillae.*
— *Valerianae.*
Rhiz. Calami arom.
— *Caricis orenar.*
— *Graminis.*
— *Polypodii.*
Stipites Dulcamarae.
Summitates Sabiniae.

Monat April.

Cortex Quercus.
— *Salicis.*
Flores Farfarae.
— *Violae.*
Folia Uvae Ursi.
Gemmae Populi.
Herba Hepaticae.
— *Pulmonariae.*
— *Pulsatillae.*
— *Taraxaci c. rad.*
Lichen islandicus.
Radix Arnicae.
— *Bardanae.*
— *Caryophyllatae.*
— *Cichorei.*
— *Consolidae.*
— *Enulae.*
— *Levistici.*
— *Ononidis.*
— *Paeoniae.*
— *Petroselini.*
— *Pimpinellae.*
— *Saponariae.*
— *Taraxaci c. herba.*
— *Tormentillae.*
Rhiz. Calami.
— *Graminis.*

Monat Mai.
Coccionella septempunctata.
Flores Concallariae.
— *Lamii albi.*
— *Lilii candidi.*
— *Persicae.*
— *Primulae veris.*
— *Rosmarini.*
— *Violae.*

Folia Malvae.
— *Pulmonariae.*
Herba Brancae ursinae.
— *Capilli Vener.*
— *Chelidonii maj.*
— *Cochleariae.*
— *Conii maculat.*
— *Farfarae.*
— *Fumariae.*
— *Hederae terrestr.*
— *Jaccae.*
— *Millefolii.*
— *Pulmonariae.*
— *Rutae.*
— *Salviae.*
— *Tanacet.*
— *Taxi baccatae.*
— *Trifolii.*
Radix Actaeae spic.
— *Belladonnae.*
Rhiz. Caricis.
Summitates Sabiniae.
Turiones Pini.

Monat Juni.

Cantharides.
Flores Althaeae.
— *Arnicae.*
— *Borraginis.*
— *Calendulae.*
— *Chamomill. rom.*
— *Chamomill. vulg.*
— *Cyani.*
— *Malvae vulg.*
— *Rhocados.*
— *Rosarum.*
— *Sambuci.*
— *Tiliae.*

- Folia Aurantii.*
 — *Belladonnae.*
 — *Cichorei.*
 — *Digitalis.*
 — *Farfarae.*
 — *Hyoscyami.*
 — *Juglandis.*
 — *Lauro-Cerasi.*
 — *Malvae.*
 — *Melissae.*
 — *Menthae crisp.*
 — *Menthae piper.*
 — *Mercurialis.*
 — *Salviae.*
 — *Uvae Ursi.*
- Formicae.*
Herba Absynthii.
 — *Aconiti.*
 — *Arnicae.*
 — *Borraginis.*
 — *Capilli Veneris.*
 — *Centaurii minor.*
 — *Clematidis.*
 — *Cochleariae.*
 — *Fumariae.*
 — *Gratiolae.*
 — *Hyssopi.*
 — *Lapathi acut.*
 — *Ledi palustr.*
 — *Marubii alb.*
 — *Matricariae.*
 — *Millefolii.*
 — *Polygalae amarae.*
 — *Rhois Toxicodendron.*
 — *Rosmarini.*
 — *Rutae.*
 — *Saponariae.*
 — *Scabiosae.*
 — *Scolopendri.*
 — *Scordii.*
 — *Serpylli.*
 — *Stramonii.*
 — *Thymi.*
 — *Veronicae.*
 — *Violae tricoloris.*
- Semen Colchici.*
- Monat Juli.
- Baccae Ribis.*
 — *Myrtilli.*
Capita Papaveris.
Flores Aurantii.
 — *Carthami.*
 — *Chamomillae roman.*
 — *Hyperici.*
 — *Lavandulae.*
 — *Lilii.*
 — *Malvae arbor.*
 — *Tiliae.*
 — *Verbasci.*
- Folia Althaeae.*
 — *Juglandis reg.*
 — *Lauro-Cerasi.*
 — *Menth. crisp. et piper.*
 — *Nicotianae.*
- Formicae.*
Fructus Juglandis immat.
 — *Cerasi nigr.*
- Fructus Rubi Idaei.*
Herba Absynthii.
 — *Capilli Veneris.*
 — *Cardui benedicti.*
 — *Centaurii min.*
 — *Chenopodii ambr.*
 — *Cichorei.*
 — *Euphrasiae.*
 — *Galeopsidis grandifl.*
 — *Hyperici.*
 — *Lactucacae viros.*
 — *Linariae.*
 — *Marrubii alb.*
 — *Majoranae.*
 — *Meliloti c. fl.*
 — *Origani vulg.*
 — *Pulegii.*
 — *Saturejae.*
 — *Scordii.*
 — *Scabiosae.*
 — *Tanacetii.*
 — *Verbasci.*
- Nuces Jugland. immatur.*
Nuclei Cerasorum.
Secale cornutum.
Tubera Salep.
- Monat August.
- Baccae Mori.*
 — *Myrtilli.*
 — *Rubi Idaei.*
 — *Sambuci.*
- Flores Althaeae.*
 — *Lavandulae.*
 — *Malvae arbor.*
 — *Meliloti.*
- Formicae.*
Folia Lauro-Cerasi.
Fructus Conii macul.
 — *Cynosbati.*
 — *Elaterii.*
 — *Hippocastan.*
 — *Phellandrii.*
- Glandes Quercus.*
Herba Absynthii.
 — *Artemisiae.*
 — *Gratiolae.*
 — *Meliloti.*
 — *Saturejae.*
 — *Virgaureae.*
- Lactucarium.*
Lycopodium.
Radix Arnicae.
 — *Hellebori albi.*
- Semen Cannabis.*
 — *Hyoscyami.*
 — *Lini.*
 — *Melonum.*
 — *Papaver.*
 — *Sinapis.*
- Tubera Colchici.*
 — *Salep.*
- Monat September.
- Baccae Berberidis.*
 — *Ebuli.*
 — *Juniperi.*
 — *Sambuci.*
 — *Spinae cervinae.*
- Cortex nucum Jugl.*
Crocus.
Fructus Anisi.
 — *Petroselini.*
 — *Pruni.*
- Lupulinum.*
Poma acidula.
Putamina nuc. Jugl.
Radix Arnicae.
 — *Artemisiae.*
 — *Belladonnae.*
 — *Cichorei.*
 — *Enulae.*
 — *Liquiritiae.*
 — *Rubiae tinct.*
 — *Saponariae.*
 — *Taraxaci.*
 — *Tormentillae.*
 — *Valerianae.*
- Rhiz. Calami arom.*
 — *Filicis maris.*
 — *Gentianae.*
- Semen Sinapis nigr.*
 — *Stramonii.*
- Stipites Dulcamarae.*
- Monat October.
- Baccae Berberidis.*
 — *Ebuli.*
 — *Juniperi.*
 — *Sambuci.*
 — *Spinae cervinae.*
- Cortex nucum Jugl.*
Crocus.
Fructus Anisi.
 — *Petroselini.*
 — *Pruni.*
- Lupulinum.*
Poma acidula.
Putamina nuc. Jugl.
Radix Angelicae.
 — *Althaeae.*
 — *Ari.*
 — *Arnicae.*
 — *Artemisiae.*
 — *Asparagi.*
 — *Belladonnae.*
 — *Bryoniae.*
 — *Cichorei.*
 — *Enulae.*
 — *Gentianae.*
 — *Gratiolae.*
 — *Imperatoriae.*
 — *Lapathi acut.*
 — *Levistici.*
 — *Liquiritiae.*
 — *Rubiae tinct.*
 — *Saponariae.*
 — *Taraxaci.*
 — *Tormentillae.*
 — *Valerianae.*
- Rhiz. Calami arom.*
 — *Filicis maris.*
 — *Graminis.*
 — *Iridis flor.*
- Semen Cydoniae.*
 — *Sinapis nigr.*
 — *Stramonii.*
- Stipites Dulcamarae.*

Einschlag. Schwefelband oder Bandschwefel, zum Schwefeln der Weinfässer dienend, heissen 5 cm breite Shirtingstreifen, welche durch geschmolzenen (arsenfreien!) Schwefel gezogen und sofort mit einem Speciesgemisch von Rosenblättern, Lavendelblumen, Muscatnuss, Coriander etc. bestreut werden. An vielen Orten lässt man die Species weg und zieht einfach Streifen von starkem Papier durch geschmolzenen Schwefel.

Einschlussmittel. Die Einschlussmittel umfassen zwei Gruppen, je nachdem dieselben zur Aufbewahrung trockener, von Wasser befreiter oder feuchter Objecte verwendet werden.

Zur ersteren Gruppe gehören vorzugsweise Canadabalsam, Dammar, Terpentin, sowie einige stark lichtbrechende flüchtige Oele und andere Flüssigkeiten.

Der Canadabalsam ist ein schon seit langer Zeit und vielfach verwendetes Mittel, welches auch heute noch vielfach gebraucht wird. Derselbe muss vollkommen rein und durchsichtig, von weisser oder schwach hellgelber Farbe sein und eine syrupartige Consistenz besitzen. Verwendet man ihn für sich allein, so muss er durch vorheriges Erwärmen die erforderliche Leichtflüssigkeit erlangt haben. Häufig wird derselbe in neuerer Zeit in Form einer dünnflüssigen Lösung in Chloroform verwendet.

Eine für manche Präparate störende, für andere dagegen erwünschte Eigenschaft des Canadabalsams besteht darin, dass er dieselben stark aufhellt und manche Strukturverhältnisse in Folge dessen nur undeutlich wahrgenommen werden. — Vergl. auch Canadabalsam, Bd. II, pag. 512.

Dammarlösung ist noch farbloser als der Canadabalsam und hellt dabei die Präparate weit weniger auf, so dass sie sich in vielen Fällen besser zum Einschlussmittel eignet, wie sie denn auch dem letzteren vielfach für gefärbte Objecte vorgezogen wird.

Man bereitet sich einen guten Dammarfirniss auf folgende Weise: 10 g gepulverten Dammars werden in 20 g Benzin eingetragen und bei gewöhnlicher Temperatur 24—48 Stunden ruhig stehen gelassen. Die nach dieser Zeit den löslichen Dammar enthaltende, über einem unlöslichen Bodensatze stehende Flüssigkeit wird vorsichtig abgegossen und derselben 4 g reines Terpentin zugesetzt, womit das Mittel zum Gebrauche fertig ist.

Für unmittelbar von der Alkoholbehandlung aus einzulegende Präparate schliesst man am besten in verdicktes, sich mit Alkohol leicht mischendes Terpentin ein, welches man erhält, wenn Terpentinöl vor Staub geschützt in flachen Gefässen längere Zeit der Einwirkung von Luft und Licht ausgesetzt wird.

Die stärker lichtbrechenden Mittel finden vorzugsweise da Anwendung, wo es gilt, bei vollständiger Ausnützung sehr hoher numerischer Aperturen und dem entsprechenden hohen Auflösungsvermögen der Mikroskopobjective, die Sichtbarkeit gewisser feiner Strukturen — wie z. B. solcher auf den Diatomeenschalen — durch entsprechende Unterschiede zwischen dem Brechungsvermögen des Objectes und des Einschlussmittels zu erhöhen. In diese Reihe gehören z. B. Cassiaöl, $n = 1,56$; Monobromnaphtalin, $n = 1,658$; Kaliumquecksilberjodid, $n = 1,682$ u. A.

Für feuchte Objecte kommen vorzugsweise in Verwendung: Glycerin, Glycerinmische, Glyceringelatine, Gummi arabicum, Chlorkalium, essigsaurer Kali und eine Anzahl für einzelne Fälle geeigneter verdunstender einfacher oder zusammengesetzter Flüssigkeiten.

Das Glycerin hat wohl, namentlich auch für die Aufbewahrung pflanzlicher Präparate, die weiteste Verbreitung gefunden. Dasselbe soll möglichst chemisch rein sein und kann sowohl im concentrirten, als im verdünnten Zustande angewendet werden. Seine oft störende, stark aufhellende Eigenschaft verliert das Glycerin schon beim Zusatze von einigen Tropfen Eisessig, noch weniger aber äussert es dieselben, während es dann auch keine merklichen Schrumpfung mehr hervorruft, wenn man es zugleich mehr oder weniger mit Wasser verdünnt.

Für in Carminlösungen gefärbte Präparate ist obige angesäuerte Mischung schon geeignet, indessen wird von Prof. FREY empfohlen, für diesen Zweck eine Mischung von 5 Th. Glycerin mit 1 Th. essigsauerm Alaun und 4 Th. destillirtem Wasser zu verwenden.

Für die Aufbewahrung sehr empfindlicher, zarter Präparate, sowie von Algen u. dergl. eignet sich sehr gut eine Mischung von 3 Th. reinem, 90procentigem Weingeist mit 2 Th. Wasser und 1 Th. Glycerin. Derartige Objecte verlangen dann aber noch eine besondere Behandlung, indem dieselben in Wasser liegend zunächst nur einen Tropfen des Gemisches zugesetzt erhalten, um, wenn ein Theil der Flüssigkeit an staubfreiem Orte verdunstet ist, einen neuen Tropfen zuzugeben und mit dieser Behandlung so lange fortzufahren, bis der Raum unter dem Deckglase vollständig mit nicht verdunsteter Flüssigkeit erfüllt ist.

Die Glyceringelatine (s. d.) wird in der gleichen Form verwendet wie bei der Einbettung (pag. 595).

Gummi arabicum wird als Lösung in essigsauerm Calcium, essigsauerm Kalium oder essigsauerm Ammoniak in der Art bereitet, dass man ein weithalsiges Glas bis zu drei Viertel mit ausgesuchten Stücken des ersteren, dann das weitere Viertel mit dem Lösungsmittel füllt und nach Auflösung durch Wollpapier filtrirt.

Eine Auflösung von 1 Th. chemisch reinem, wasserfreiem Chlorealcium in 5 Th. destillirtem Wasser, welche, um allenfallsiges späteres Auskrystallisiren zu verhindern, mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuert werden kann, wurde schon seit lange namentlich für Pflanzenschnitte verwendet und gibt schöne scharfe Bilder. Bei solchen Präparaten, bei denen es darauf ankommt, die Stärkekörner und andere geformte organische Inhaltsbestandtheile, sowie die Farbe des Chlorophylls und andere Farbstoffe zu erhalten, darf indessen diese Lösung keine Verwendung finden.

Essigsaueres Kali erhält man in Gestalt des Einschlussmittels, wenn man aus der officinellen Lösung so viel Wasser abdunsten lässt, dass sie gerade gesättigt erscheint. Dieselbe kann das Chlorealcium sehr gut ersetzen und eignet sich auch für zartere Objecte der vegetabilischen Entwicklungsgeschichte, sowie für manche thierische, welche, wie z. B. Osmiumsäurepräparate, das Glycerin nicht vertragen.

Von verdunstenden einfachen Flüssigkeiten, die selbstverständlich den Verschluss erschweren, verwendet man, und zwar vorzugsweise in der thierischen Histologie, Zuckerlösung, Kreosotlösung, verdünnte Kochsalzlösung, verdünnte Lösungen von Sublimat, verdünnte Essigsäure, von zusammengesetzten vorzugsweise die sogenannten PACINI'schen, TOPPING'schen und FARRANT'schen Mischungen, deren nähere Beschreibung uns hier zu weit führen würde.

Dippel.

Einstellung. Unter dem Worte Einstellung begreift man in der Regel zwei verschiedene Dinge, nämlich einestheils das Einstellen des Objectes, andernteils die hierzu dienenden Vorrichtungen.

Letztere werden als grobe und feine Einstellung insofern unterschieden, als jene ausgiebigere, letztere nur auf kleinere Ausmaasse beschränkte Bewegungen des den optischen Apparat tragenden Mikroskoprohres gestattet.

Die grobe Einstellung wird entweder durch einfache Freihandverschiebung des Rohres innerhalb einer federnden Hülse oder mittelst Zahn und Trieb bewirkt. Die feine geschieht in der Regel mittelst einer in der Säule des Mikroskopes angebrachten, auf das Rohr wirkenden oder (seltener und minder geeignet) mit dem Objecttische in Verbindung stehenden, diesen auf- und abwärtsbewegenden Mikrometerschraube.

Das Einstellen des zu beobachtenden Objectes hat den Zweck, dieses selbst oder eine, bestimmte zu ermittelnde Structurverhältnisse enthaltende Durchschnittsebene desselben in eine solche Entfernung von der Vorderlinse, beziehungsweise dem Brennpunkt des Objectivsystems zu bringen, dass der optische Gesamtapparat ein deutliches, scharfes Bild davon entwirft. Bei schwächeren Objectiven fällt dieselbe

verhältnissmässig leicht und man erreicht sie dadurch, dass man jenes von oben durch freie Verschiebung oder (bei Zahn und Trieb) Herabschrauben des Tubus dem Gegenstande so lange nähert, bis ein scharfes Bild erscheint. Bei stärkeren Objectiven verlangt die Einstellung dagegen eine grössere Vorsicht, wenn man nicht Object und Objectiv beschädigen will.

Am besten gelangt man nach meiner und Anderer Erfahrung durch folgendes Verfahren zum Ziel. Man nähert das Objectiv, indem man von der Seite über das Deckglas hinwegsieht, mittelst der „grobe Einstellung“ dem Objecte so weit als irgend möglich — die beste Entfernung lernt man nach längerem Gebrauche seines Instrumentes und Beobachtung des Arbeitsabstandes, seine stärkeren Objective allmählig genau abzuschätzen — und hebt dann mittelst der „feinen Einstellung“ das Rohr so weit, dass man ein scharfes Bild der in Frage kommenden Structurverhältnisse erblickt.

Dippel.

Einstreupulver. Als solches pflegt man stets Lycopodium zu dispensiren, falls nicht ausdrücklich ein Streupulver anderer Art (s. Pulvis inspersorius) gefordert wird.

Eis. Eis ist der feste Aggregatzustand des Wassers. Der Uebergang des Wassers aus dem flüssigen Zustande in den festen, das sogenannte Gefrieren, beruht auf einer Krystallisation. Die Krystallisation des Wassers zu Eis erfolgt in der Regel bei 0° . Je nachdem die Eisbildung langsamer oder schneller vor sich geht, erstarrt das Wasser entweder zu einer durchsichtigen, in kleinen Mengen farblosen, in grossen Massen (wie z. B. bei den Gletschern der Schneeberge) grünlichen, blaugrünen bis blauen, glasartigen, scheinbar amorphen Massen, oder zu einer körnig-krystallinischen, durchscheinenden bis undurchsichtigen, in kleinen Mengen farblosen bis weissen, bei grösserer Dicke (z. B. beim Flusseis) grünlichen bis grünen, oft bis 1 m und darüber dicken Platten, oder endlich, wie beim Schnee, in sternförmig gruppirten, kleinen Kryställchen. Für die eigenthümlichen blatt- und blumenartigen Formen, welche sich beim Gefrieren des Fensterschweisses bilden, ist eine genügende Erklärung bis jetzt noch nicht gegeben; die Eisblumen am Fenster erweisen sich aber beim Abkratzen gleichfalls als kleine hexagonale Krystalle. Der Umstand, dass frisches Eis hart und durchsichtig klar ist und einen glatten, fast muschelartigen Bruch zeigt, allmählig aber (oft erst nach Wochen oder Monaten) undurchsichtig, mürbe wird und sich in ein Conglomerat von kleinen Krystallen umwandelt, führt mich zu der Annahme, dass durch die Verhinderung der Krystallisation beim Erstarren eine Oberflächenspannung erzeugt wird, welcher die festen, amorphen, glasartigen Massen ihr Dasein verdanken, und dass diese Massen erst dann, wenn die Spannung aufhört, zu krystallisiren beginnen, ähnlich etwa, wie einzelne Niederschläge erst amorph ausfallen und sich langsam in krystallinische Form umsetzen.

Die Erscheinungen, welche den Uebergang des Wassers aus dem flüssigen in den festen Zustand begleiten, weichen von den Erstarrungsvorgängen der meisten anderen bekannten Körper wesentlich ab, ja, widersprechen sogar zum Theile einem sonst allgemein gültigen Naturgesetz.

Durchgehends dehnt die Wärme die Körper aus, die Kälte zieht sie wieder zusammen; bei fast allen bekannten Körpern beginnt das Erstarren, sobald die Flüssigkeit ihre grösste Dichtigkeit erreicht hat, d. h. die grösste Dichte und der Erstarrungspunkt fallen auf denselben Thermometergrad. Das Wasser verhält sich hierin abweichend. Bei höheren und mittleren Temperaturen folgt es wohl dem allgemeinen Naturgesetz; aber bei $+4^{\circ}$ erreicht es seine höchste Dichtigkeit. Bei weiterer Abkühlung dehnt sich das Wasser wieder aus und bei einer Temperatur von 0° hat es ziemlich genau dieselbe Dichte, wie bei $+9^{\circ}$.

Wie bei allen sich abkühlenden Flüssigkeiten sinkt auch beim Wasser die erkaltete Oberflächenschicht unter, während die unteren Schichten aufwärts steigen;

es entsteht dadurch eine unmerkliche continuirliche Circulation, welche so lange anhält, bis das Wasser durch seine gesammte Menge hindurch bei $+4^{\circ}$ seine grösste Dichte erreicht hat. Sobald die Temperatur unter $+4^{\circ}$ heruntergeht, hört die Circulation auf; die der Oberfläche zunächst liegende Schicht beginnt sich auszudehnen, wird leichter und sinkt nicht mehr zu Boden; auch bei noch weiterem Sinken der Temperatur findet keine Circulation mehr statt. Es befindet sich dann vielmehr auf der Gesamtwassermenge, welche eine constante Temperatur von $+4^{\circ}$ hat, eine leichtere Oberflächenschicht von geringerer Temperatur, welche unter normalen Verhältnissen bei 0° erstarrt.

Das Eis ist also leichter als das Wasser und schwimmt auf diesem; sein spec. Gewicht ist 0.9167.

Bei stehenden Gewässern erstarrt die ganze Oberfläche fast gleichzeitig und bildet so gewissermassen eine Schutzdecke gegen weitere Abkühlung des darunter befindlichen Wassers; bei fliessenden Gewässern beginnt die Erstarrung vom Rande an und wächst gegen die Mitte zu.

Fliessendes Wasser hindert natürlich die Erstarrung nicht, sie verlangsamt sie nur; es bildet sich dann von dem Ufer aus die Eisschicht, unter welcher der Strom mit einer Temperatur von 4° ungehindert dem Meere zuströmt.

Dieses in seiner Einfachheit grossartige Ausnahmegesetz des Wassers ist die Ursache, dass Seen, Ströme und Flüsse im Winter nicht ausfrieren, dass vielmehr Leben und Gedeihen der im Wasser lebenden Thiere und Pflanzen gesichert sind. Bei anhaltender Kälte wird eine weitere Abkühlung des Wassers natürlich nicht ausgeschlossen sein, eine solche kann dann aber immer nur an der dem Eise zunächst befindlichen Berührungsschicht erfolgen; führt diese bis zur Erstarrung, so erfolgt ein Dickenwachsthum des Eises von oben nach unten.

Die Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren ist eine sehr bedeutende, sie beträgt etwa $\frac{1}{9}$ des Volumens der Flüssigkeit. Dadurch erklärt sich die zerstörende Wirkung des gefrierenden Wassers überall da, wo räumliche Verhältnisse der Ausdehnung Widerstand bieten. In Felsspalten gefrierendes Wasser sprengt Felsen mit elementarer Gewalt oder lockert (bei kleinen Mengen) die Structur des Minerals, macht es anderen meteorologischen Einflüssen (Luft- und Wärmezutritt) leichter zugänglich und leitet so die Verwitterung ein. Bomben mit Wasser gefüllt und bis auf den Gefrierpunkt abgekühlt, werden gesprengt, Bottiche auseinandergetrieben u. s. w.

Beim Gefrieren des Wassers wird Wärme frei; diese Wärme aber theilt sich der umgebenden Luft und den angrenzenden Flüssigkeitsschichten mit, und ist die Veranlassung, dass das Erstarren nicht plötzlich und mit einemmal, sondern langsam und allmählig vor sich geht.

Wie schon oben wiederholt bemerkt, erstarrt das Eis gemeinhin bei 0° . Es gibt aber auch Fälle, wo das Wasser eine Temperatur von -8° bis -10° , ja noch darunter annehmen kann, ohne zu erstarren. Diesen abnormen Zustand bezeichnet man mit Ueberkaltung des Wassers. Ein derart überkaltetes Wasser erstarrt jedoch bei der Berührung oder bei der geringsten Bewegung sofort. Es lässt sich dies sehr hübsch experimentell nachweisen und damit zugleich der Beweis verbinden, dass beim Erstarren Wärme frei wird. Zu diesem Behufe dient am besten ein chemisches Thermometer, dessen Gefäss in Wasser taucht, welches von einer luftleeren Glashülse umschlossen ist. Ueberkaltet man dieses Wasser vorsichtig bis -10° und erschüttert dann, so gefriert $\frac{1}{8}$ des Wassers. Der Rest bleibt in Folge der frei werdenden Wärme flüssig und das Ganze erwärmt sich bis auf 0° . Hierdurch wird nicht nur das Freiwerden der Wärme nachgewiesen, sondern auch, dass der Gefrierpunkt des Wassers, selbst bei überkaltetem, unverändert bei 0° liegt.

Die Umstände, welche eine solche abnorme Ueberkaltung verursachen, sind noch nicht genügend erklärt; bekannt ist nur, dass absolute Ruhe des Wassers, besonders unter gleichzeitiger Verminderung des Luftdruckes, andererseits aber

Diese Eigenschaft des Wassers wird in kalten Klimaten nicht selten benutzt, um alkoholische Flüssigkeiten oder Salzlösungen durch Ausfrieren zu concentriren; anderseits benutzt man diese Methode in Polarregionen, um aus dem erhaltenen Eis durch Schmelzen ein trinkbares Wasser zu erhalten.

Starker Druck bewirkt nicht nur eine Ueberkaltung des Wassers; durch die Versuche von THOMSON und MOUSSON ist bewiesen, dass Eis bei einer Temperatur unter 0° durch einen sehr hohen Druck wieder tropfbar flüssig wird.

Diese Eigenschaft ist die Ursache der Regelation des Eises, d. h. des Wiedergefrierens, des Aneinanderfrierens zweier Eisstücke. Dieser Vorgang ist noch nicht genügend befriedigend erklärt. Die Regelation durch hohen Druck ist gewissermassen ein Zusammenschweissen zweier Eisstücke zu einem einzigen compacten Stück. Eis, zwischen 2 Holzstücken zusammengepresst, welche gleichmässige flache Höhlungen haben, gibt eine aus einem Stücke bestehende Eislinse. Diese eigenthümliche Eigenschaft zeigt sich aber auch bei minder starkem Druck und FARADAY hat nachgewiesen, dass die Regelation auch unter Umständen eintrat, wo der Druck ausgeschaltet, also unmerklich war. In allen Fällen aber ist Schmelzwasser an den Berührungstellen beobachtet worden, welches als das eigentliche Kriterium der Regelation betrachtet werden muss, denn die Regelation erfolgt nicht, wenn das Eis nicht im Schmelzen begriffen ist, also nicht, wenn es kälter ist als 0° . Schnee ballt bekanntlich unter 0° nicht zusammen, dagegen ballt er durch heftiges Drücken zwischen den Händen und umso leichter und vollständiger, je näher dem Schmelzpunkte. Das Ballen des Schnees ist eine einfache Regelationsercheinung. Wenn ich die Regelation durch Druck mit dem Zusammenschweissen des Eisens verglichen habe, so kann ich das Regeliren an blossen Berührungspunkten mit dem Anhaften an einem Magnet vergleichen: man kann leicht mit einem obersten Eisstücke sämtliche darunter liegenden in die Höhe heben. Vielleicht liesse sich die Erscheinung so erklären, dass durch Reibung an den Berührungstellen ein gewisser Wärmeeffect erzielt wird; mit dem dadurch erfolgten Schmelzen des Eises hört sowohl Reibung, wie Wärmeeffect auf, das Schmelzwasser erstarrt, das Eis ist regelirt.

Durch die Regelation erhält das Eis eine gewisse Elasticität, eine Geschmeidigkeit, welche sich am schönsten beim Gletschereise zeigt. Dieses vermag beim langsamen Abwärtsgleiten vermöge seiner Schwere die Formen der Thäler auszufüllen, sich diesen anzupassen, über Erhöhungen wegzuschreiten und an steilen Wänden abzustürzen. Auch die Neubildung der Gletscherspitzen erfolgt aus dem frisch gefallenen Firnenschnee durch Regelation.

Die Krystallform des Eises ist hexagonal, seltener rhombisch; die hexagonale Form zeigt sich besonders schön beim Schnee in hexagonalen Nadeln, welche sich zu sechsstrahligen Schneesternen von mannigfacher Gestalt gruppiren. Nach TYNDALL besteht das Eis aus lauter Schneesternen. Es bricht vermöge seiner Krystallisation das Licht doppelt. Trockenes Eis leitet Wärme und Elektrizität schlecht. Es lässt die leuchtenden Lichtstrahlen durch, während es die dunklen Wärmestrahlen absorhirt und sich dadurch erwärmt und schmilzt. Die specifische Wärme ist, Wasser = 1 gesetzt, nach HESS 0.5. Das Eis ist flüchtig, d. h. es verdampft selbst bei grösster Kälte, was sich durch eine einfache Gewichtsbestimmung ermitteln lässt. Aber auch schon der blosse Augenschein zeigt, dass die ursprünglich scharfen Kanten sich abstumpfen und verschwinden. Bei diesem Verdunsten des Eises ist ein vorheriges Schmelzen nicht wahrnehmbar. Das Eis lässt sich sogar im Vacuum, ohne zu schmelzen, sublimiren. Das Nichtschmelzen erklärt sich dadurch, dass das Eis beim Verdampfen soviel Wärme absorhirt, dass die zurückbleibende Eismasse stets unter 0° erhalten wird.

Die Verbreitung des Eises auf der Erde richtet sich nach den klimatischen Verhältnissen; während es in der heissen Zone eine kaum gekannte Erscheinung ist, tritt es in den tieferen Lagen der gemässigten Zone zur Winterszeit, also vorübergehend, und nur auf den höchsten Spitzen hoher Gebirge tritt es dauernd

als Gletscher auf. In den Polargegenden erscheint es in ungeheurer Menge, theils als Gletscher, theils als Eisfelder oder als im Wasser schwimmende Eisberge von oft mehr als 100 m Höhe, häufig auch als Grundeis. Das Eis dieser Polargegenden zeichnet sich durch ganz besondere Festigkeit und Härte aus.

Die Verwendung des Eises gründet sich auf seine wärmeentziehenden Eigenschaften. In der Medicin wird es daher bei acut entzündlichen Processen in Form von Eisumschlägen, innerlich gegen Erbrechen in Form sogenannter Eispillen benutzt. — Im Haushalte dient es, vorzugsweise in der warmen Jahreszeit, zur Präservirung des Fleisches, der Butter und anderer Nahrungsmittel; dazu dient der Eisschrank, in dessen Doppelwandungen das Eis eingeführt wird; die Wirkung ist hier eine indirecte durch Herabminderung der Lufttemperatur. — Weit umfangreicher ist die Verwendung des Eises in der Brauerei und Spiritusbrennerei. Die allgemein eingeführte bayerische Braumethode macht sowohl zum Kühlen der Maische, als auch für die spätere Nachgährung, die Verwendung eisigkalter Luft zur Bedingung, welche sich nur bei Verwendung von Eis in grosser Menge erzielen lässt.

Eis als Handelswaare. Diese vielseitige und weitgehende Verwendung des Eises hat sich erst in den letzten 15—20 Jahren eingeführt und den früher kaum beachteten Artikel zu einem nicht unwichtigen Handelsartikel gemacht. Das im Winter in kleinen Flüssen, Seen, Teichen sich bildende Eis wird gesammelt und in Eiskellern aufbewahrt. Da das Eis als Kühlmittel Wärme zu absorbiren hat, schmilzt es; das Schmelzwasser muss in gewissen, durch die Lufttemperatur bedingten Zwischenräumen abgelassen und durch neues Eis ersetzt werden. Durch diese Form des Bedarfs hat sich der Eishandel und das Eisabonnement eingeführt. Der Preis der Handelswaare richtet sich ganz nach der annähernden Gesamtproduction des Winters im Verhältniss zur darauffolgenden Sommertemperatur. Bei geringer Production und darauf folgendem anhaltend heissem Sommer kann Eis sogar eine sehr kostbare Handelswaare werden. Im Jahre 1885 hat sogar der Wintervorrath den Bedarf nicht annähernd gedeckt, so dass Eis ein Importartikel erster Classe wurde; es wurden im Sommer 1885 ganze Schiffsladungen norwegisches Eis über Stettin nach Deutschland eingeführt. Dieser stets wachsende Eisverbrauch ist eine Veranlassung zur Darstellung künstlichen Eises geworden (s. d. nächsten Artikel).

Eis als Medicament. Die Verwendung des Eises als Arzneimittel hat die Frage nahe gelegt, ob dasselbe in den Apotheken vorrätzig zu halten sei, und ist in einzelnen Staaten das Eis, obgleich in die Series medicaminum nicht aufgenommen, in den Apotheken obligatorisch vorrätzig zu halten. Zur Aufbewahrung kleiner Mengen Eis hat das preussische Kriegsministerium folgende höchst zweckmässige Vorschrift gegeben: „Ueber ein irdenes Gefäss wird ein Stück recht losen, oder mit einigen kleinen Löchern versehenen, Wasser leicht durchlassenden Flannels gebunden, gross genug, um bis in die Mitte des Gefässes triichterförmig hinabgedrückt zu werden. In diesen Flanelltrichter wird das zerleinerte Eis gethan und das Gefäss mit Flanell zugedeckt. Das Eis muss möglichst frei von Schmelzwasser, und das Gefäss möglichst fest zugedeckt bleiben.“ Zum innerlichen Gebrauch darf Roheis in keinem Falle verwendet werden, da es, abgesehen von mechanischen Verunreinigungen, Bacterien enthalten kann. Vielmehr soll nur ein aus destillirtem Wasser bereitetes Kunsteis, wie solches bei der Vermehrung der Eismaschinen und bei der jetzigen Form des Eishandels leicht zu beschaffen ist, dispensirt werden.

Ganswindt.

Eis, künstliches. Der stetig zunehmende Bedarf an Eis für die verschiedenartigsten Zwecke, die ungenügende Ausbeute bei milden Wintern, die Uebelstände der Magazinirung in warmen Sommern, vor Allem aber die berechnete Forderung der Medicin und des Haushaltes nach einem reineren Eise, als das natürliche meist sein kann, haben zur Herstellung künstlichen Eises geführt, welche

aus kleinen Anfängen zu einer eigenen Industrie, der Eisfabrikation, angewachsen ist.

Das der Eiserzeugung zu Grunde liegende Princip ist die Herstellung von Temperaturen unter 0°. Das lässt sich auf drei verschiedenen Wegen erreichen: 1. durch Bereitung von Kältemischungen; 2. durch Verdunsten von Flüssigkeiten bei niedrigen Temperaturen; 3. durch Verflüchtigung comprimierter Gase. Die Methoden sub 2 und 3 erfordern mehr oder minder complicirte Maschinen, Eismaschinen.

Eiserzeugung durch Kältemischungen. Diese ist verhältnissmässig einfach und auch in kleineren Dimensionen ausführbar. Als Kältemischung wurde ursprünglich die schon von FAHRENHEIT zur Feststellung des Eispunktes an seinem Thermometer benutzte angewendet: Schnee und Kochsalz. Die auch heute noch in Haushaltungen, Conditoreien etc. durchgehends verwandte Kältemischung besteht aus gleichen Gewichtstheilen von zerstoßenem Roheis und Kochsalz und gibt eine Temperatur von -17.7° . Wo Roheis nicht zur Verfügung steht, empfiehlt sich folgende Mischung: 1 Th. Soda, 1 Th. Salpeter, 1 Th. Wasser, Temperatur -29° . Neuerdings ist statt des Kochsalzes die Anwendung von Chlormagnesium (auch Chlormagnesium-Chlorkalium, der bisher werthlose Rückstand der Mutterlaugen aus den Salzwerken) empfohlen worden, welches mit gleichen Theilen Eis gemischt eine Temperaturerniedrigung von -33° gibt. Zur Erzeugung von Eis in grossem Maassstabe sind Kältemischungen zu kostspielig.

Eiserzeugung durch Verdunstung von Flüssigkeiten. Leicht flüchtige Flüssigkeiten, wie Aether, und solche, welche ein leicht zu entbindendes Gas gelöst enthalten, wie Ammoniak, absorbiren beim schnellen Verdunsten eine grosse Menge von Wärme und bewirken dadurch eine wesentliche Temperaturverminderung. Noch bedeutender wird der Kälteeffect, wenn man zwei leicht flüchtige Flüssigkeiten, von denen die eine in der anderen gelöst ist, unter Anwendung des Vacuums zur Verdunstung bringt. TESSIÉ DU MOTAY empfiehlt hierzu eine Lösung von schwefliger Säure in Aether, oder Ammoniak in Aether, ferner schweflige Säure in Schwefelkohlenstoff und schweflige Säure in Chloroform. Am häufigsten ist die Verwendung des Ammoniaks zur Eisbereitung. Hierzu dient die CARRÉ'sche Eismaschine (s. d.).

Eiserzeugung durch Wiederausdehnung zusammengedrückter Gase. Das Princip ist natürlich dasselbe, nur der Kälteeffect ist ein bedeutenderer. Von solchen verflüssigten Gasen gelangen bei der Fabrikation zur Verwendung flüssige Kohlensäure, Schwefligsäureanhydrid, die unter 0° siedenden Antheile des Petroleums (Cymogens). Hierzu genügen meist die Maschinen von CARRÉ, sowie die von PIETET & Co. Neuerdings wird von WINDHAUSEN in Braunschweig comprimirt Luft zur Eisfabrikation in einer eigens construirten Maschine verwendet.

Die durch das Verdunsten von Flüssigkeiten oder comprimierten Gasen erzeugte Temperatur beträgt je nach der Wahl des Mittels und je nach der Schnelligkeit der Verdunstung -25° bis -70° .

Das künstliche Eis erscheint in Platten von bestimmten Dimensionen, ist rein weiss und, weil fast stets lufthaltig und krystallinisch, undurchsichtig. Es wird in einzelnen Fällen aus destillirtem Wasser bereitet und eignet sich daher vorzüglich zu innerlicher Anwendung, zu Eislimonaden u. dergl. m. Ganswindt.

Eisbeutel sind sackförmige Behälter zur Aufnahme des Eises, um dasselbe zur Herabminderung der Bluttemperatur bei Entzündungen direct anwenden zu können. Sie haben, je nach dem Orte, wo sie applicirt werden, verschiedene Formen und werden nach dieser Form eingetheilt in Stirn-, Hals-, Kopf-, Herz- und Leib-Eisbeutel. Als Material dient Gummi, wasserdichter Stoff- oder Pergamentpapier, und man unterscheidet darnach Gummi- und Stoff-Eisbeutel. Sämmtliche Eisbeutel besitzen eine Einfüllöffnung (Hals), welche meist nicht biegsam ist; der Hals besteht gewöhnlich aus einem Blechring, seltener aus einem Hartgummiring oder Holzring und der Verschluss aus einer Kappe von Blech oder Weichgummi.

Eisblüthe, volksth. Name für *Flores Lamii albi*. — **Eiskraut** ist *Mesembryanthemum*.

Eisen (technisch). Dieses wichtige Metall kommt auf der Erde nur ausnahmsweise in gediegenem Zustande vor, dagegen ist es in Form von Verbindungen sehr weit verbreitet. Gediegenes Eisen ist beispielsweise in den meisten Meteoriten enthalten, von denen die sogenannten „Eisenmeteoriten“ nahezu vollständig aus gediegenem Eisen und Nickel bestehen (meteorisches Eisen). Die Quantitäten, in denen auf diese Weise gediegenes Eisen aus fernen Welträumen auf die Erde gelangen, sind nicht unbeträchtliche. Die von Pallas in Sibirien aufgefundene Masse wog 800 kg, diejenige von Bahia in Brasilien 7000 kg, eine in Peru aufgefundene etwa 16000 kg. Ausser diesen sind noch zahlreiche andere Meteoriten bekannt, deren Gewicht zum Theil noch über das letztangeführte hinausgeht. Das auf der Erde selbst gebildete gediegene Eisen, sogenanntes tellurisches Eisen, kommt verhältnissmässig seltener und auch in kleineren Quantitäten vor. Allerdings sind Fälle zur Beobachtung gelangt, in welchen sich erhebliche Quantitäten gebildet hatten, wenn in Brand gerathene Steinkohlenflötze mit Eisenerzen in Berührung kamen; davon abgesehen aber findet es sich nur selten und in kleinen Quantitäten in Gesteinen eingesprengt, die als das Product vulcanischer Thätigkeit anzusehen sind. So kommt es nach ANDREWS in Körnchen im Basalt von Giants cause way im Norden von Irland vor, desgleichen in der alten Lava der Auvergne.

Verbindungen des Eisens dagegen sind auf der Erde so weit verbreitet, dass man das Eisen mit Recht als das verbreitetste unter den Metallen ansehen kann. So ist es z. B. ein regelmässiger Bestandtheil des Chlorophyllgrüns der Pflanzen und des rothen Blutfarbstoffes. Ausserdem aber findet es sich als zufälliger und wesentlicher Bestandtheil in ganz enormen Mengen in der unorganischen Natur vor. Die wichtigsten derjenigen Mineralien, in denen Eisen den wesentlichen Bestandtheil bildet — welche aus diesem Grunde auch als „Eisenerze“ zusammengefasst werden — sind nachstehende:

1. Magneteisenstein, Fe_3O_4 , am häufigsten in Schweden, Norwegen, am Ural, in Pennsylvanien, ferner in Sachsen, Oesterreich und am Harz vorkommend, enthält in reinem Zustande 31 Procent Eisenoxydul, FeO , und 69 Procent Eisenoxyd, Fe_2O_3 , oder 72.4 Procent metallisches Eisen.

2. Eisenglanz, dichtes Eisenoxyd, Fe_2O_3 , in Schweden, auf Elba, auch in Mittelddeutschland. Enthält in reinem Zustande 69.99 Procent metallisches Eisen.

3. Rotheisenstein ist weniger dichtes Eisenoxyd, Fe_2O_3 , als das vorige und kommt namentlich in Frankreich und Deutschland, auch in England vor. Enthält in reinem Zustande 69.99 Procent metallisches Eisen. Gehört zu den wichtigsten Eisenerzen Deutschlands.

4. Brauneisenstein oder Eisenoxydhydrat $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$, sehr verbreitet in Deutschland, seltener in Frankreich, England und Spanien. Enthält in reinem Zustande 85.58 Procent Fe_2O_3 oder 59.9 metallisches Eisen. Abarten dieses Erzes sind Glaskopf, Sumpferz, Bohnerz, Seecerz.

5. Spatheisenstein (Flinz, Pflinz, Stahlstein, Weissierz), kohlen-saures Eisenoxydul, FeCO_3 , enthält in reinem Zustande 48.3 Procent metallisches Eisen. Kommt besonders in Steiermark, Kärnten, am Rhein, in Frankreich, Italien und Spanien vor.

6. Eisenkies oder Pyrit, zweifach Schwefeleisen, FeS_2 , ist ein ausserordentlich weit verbreitetes Mineral, das namentlich in Deutschland (Westphalen) in colossalen Lagern angetroffen wird.

Ausser diesen wichtigeren Eisenerzen wären noch zu erwähnen Magnetkies, Fe_3S_4 , Kupferkies, CuFeS_2 , und Arsenkies, $\text{Fe}(\text{AsS})_2$, obgleich diese letzteren für die Gewinnung von Eisen nicht in Betracht kommen.

Die Frage, zu welcher Zeit gediegenes Eisen aus seinen Erzen zuerst abgeschieden wurde, lässt sich mit Sicherheit nicht beantworten. Ausser allem Zweifel

steht allerdings, dass die Bereitung von metallischem Eisen aus dessen Erzen schon in vorgeschichtlicher Zeit aufgefunden wurde. In der Bibel beispielsweise ist MOSES, V, 4. 20 und HIOB, 28, 2 von Eisen als etwas längst Bekanntem die Rede. Ob aber die Erfindung der Eisendarstellung den Indern, Chinesen oder Aegyptern zuzuschreiben ist, lässt sich nicht entscheiden.

Auch über die Stellung, welche das Eisen anderen Metallen gegenüber in der Culturgeschichte einnahm, macht man sich vielfach recht irrige Vorstellungen. In der Regel wird angenommen, dass auf die sogenannte Steinzeit das Zeitalter der Bronze, und auf dieses dasjenige des Eisens folgte. Diese Voraussetzung stützt sich wesentlich darauf, dass aus der alten Zeit entstammende Bronzegegenstände in reichlicher Zahl, solche von Eisen dagegen in weit geringerem Umfange überliefert wurden. Demgegenüber darf man jedoch nicht ausser Acht lassen, dass Bronze ein viel wetterfesteres Material ist als Eisen, zu dessen Zerstörung ein verhältnissmässig beschränkter Zeitraum ausreicht. Ziehen wir ausserdem noch in Betracht, dass die Ausbringung von Eisen aus seinen, in grosser Reinheit vorkommenden Erzen ein Process war, der weniger metallurgische Kenntnisse und technische Hilfsmittel erforderte, als die Darstellung von Bronze, welche die Herstellung von metallischem Kupfer und Zinn voraussetzte, so wird man unschwer zu der Ueberzeugung gelangen, dass wesentliche Gründe dafür, es sei Kupfer eher bekannt gewesen, als Eisen, nicht vorliegen, dass vielmehr vielleicht gerade das Gegentheil der Fall war. Höchst wahrscheinlich aber lagen die Verhältnisse so, dass auch schon in vorgeschichtlicher Zeit Eisen neben Kupfer und Bronze zu einer Reihe von Gebrauchsgegenständen benutzt wurde, wenn vielleicht auch nur in beschränktem Maasse. Es wird in der alten Zeit, die mit den Anfängen der Geschichte beginnt und mit der Völkerwanderung endet, das Eisen zwar bekannt gewesen, aber wenig verwerthet worden sein, während die Bronzen allgemeine Anwendung fanden. Eine zweite Epoche umfasst die Zeit nach der Völkerwanderung bis zum Mittelalter, d. h. bis in die Mitte des 15. Jahrhunderts. In dieser gelangte das Eisen zur Aufnahme als Material für Waffen und Werkzeuge. Man erzeugte zunächst nur Schmiedeeisen und Stahl, und zwar direct aus den Erzen; am Ende dieser Periode aber lernte man flüssiges Roheisen gewinnen, benützte auch schon mechanische Betriebskräfte. Die neueste Zeit endlich, von der Mitte des 15. Jahrhunderts bis zur Gegenwart reichend, bildete die Methode der Gewinnung von Roheisen und der Darstellung von Schmiedeeisen und Stahl aus diesem immer mehr aus. Maschinelle Hilfskräfte werden immer mehr herangezogen, bis sich endlich jene ungeheure Industrie herausgebildet hat, deren wir uns gegenwärtig erfreuen.

Schmiedeeisen, Gusseisen und Stahl. Die ungemeine Wichtigkeit, welche das Eisen für den gegenwärtigen Culturabschnitt besitzt, ist nicht auf Eigenschaften zurückzuführen, welche dem reinen Eisen als solchem zukommen. Das letztere erlangt seine geschätzten Eigenschaften erst dadurch, dass es einen gewissen Procentsatz von Kohlenstoff aufnimmt. In dem Grade, wie diese Aufnahme erfolgt, nimmt das metallische Eisen charakteristische Eigenschaften an, auf Grund deren man die verschiedenen Eisensorten in drei verschiedene Gruppen einzutheilen pflegt.

Gusseisen, leicht schmelzbar, enthält Kohlenstoff . . .	3—5.93 Procent
Stahl, weniger leicht schmelzbar, elastisch . . .	0.6—2.3 "
Schmiedeeisen, schwer schmelzbar, zähe . . .	0.08—0.6 "

Die vorstehende Zusammenstellung bezweckt lediglich eine vorläufige Orientirung, genauere Angaben folgen weiter unten.

Die Eisengewinnung bei den Alten gestaltete sich zu einem ziemlich einfachen Process. Sie benutzten durchwegs sehr reine oxydische Erze und gewannen aus ihnen durch Reduction metallisches Eisen. Die Hilfsmittel, über welche sie verfügten, waren die denkbar bescheidensten. Als Feuerungsstätten besaßen sie

klein
einf
Urs
natü
brau
trieb
gerin
kon
dass
Eise
Mas
wir
Ver
ein s
700
nach
eine
gewi
sorte
Chal
harte
A
wurd
das
skizz
fahre
ihrer
die
nur
Ausg
mäss
D
mode
eise
stoff
erze
unter
zur E
den
wir
welc
verse
Sch
ihren
eisen
kalise
metal
Sch
lich
Gege
welc
steht,
Gusse
neue
und

kleine Herde und Oefen, als Reducirmaterial wurde Holzkohle verwendet. Ebenso einfach waren die Mittel zur Hervorbringung der nothwendigen hohen Temperatur. Ursprünglich placirte man die Oefen an möglichst günstigen Orten, so dass der natürliche Luftzug eine rasche Ergänzung des beim Verbrennungsprocess verbrauchten Sauerstoffs vermittelte. Später mögen Blasebälge, von Menschenhand betrieben, in Gebrauch gewesen sein. Immerhin war der erreichte Effect ein nur geringer. Temperaturen, wie sie zur Verflüssigung des Eisens nothwendig sind, konnten auf solchem Wege nicht erreicht werden. Damit stimmt denn auch überein, dass die Alten das Gusseisen überhaupt nicht kannten, vielmehr bei ihren auf Eisengewinnung gerichteten Operationen stets eine nicht geschmolzene schwammige Masse erhielten, welche sich mehr oder weniger denjenigen Eisensorten näherte, welche wir gegenwärtig Stahl und Schmiedeeisen nennen, die übrigens ein zur weiteren Verarbeitung sehr taugliches Material darstellte. Dieser metallurgische Process, welcher ein schwach kohlehaltiges Eisen ergab, liess sich sehr wohl bei Temperaturen zwischen 700 und 800° ausführen. Dabei hatte man es zunächst noch nicht in der Gewalt, nach Wunsch Schmiedeeisen oder Stahl zu erzeugen, es hing dies vielmehr von einer Reihe zufälliger Bedingungen ab, auch von der Natur der Erze, so dass gewisse Gegenden in dem Rufe standen, ganz besonders brauchbare (harte) Eisensorten zu liefern. In vorzüglichem Ansehen stand beispielweise das Land der Chalyber und die Gegend von Norikum; bezeichnete man doch eine ganz besonders harte Stahlsorte aus diesem Grunde mit $\chi\lambda\upsilon\beta$.

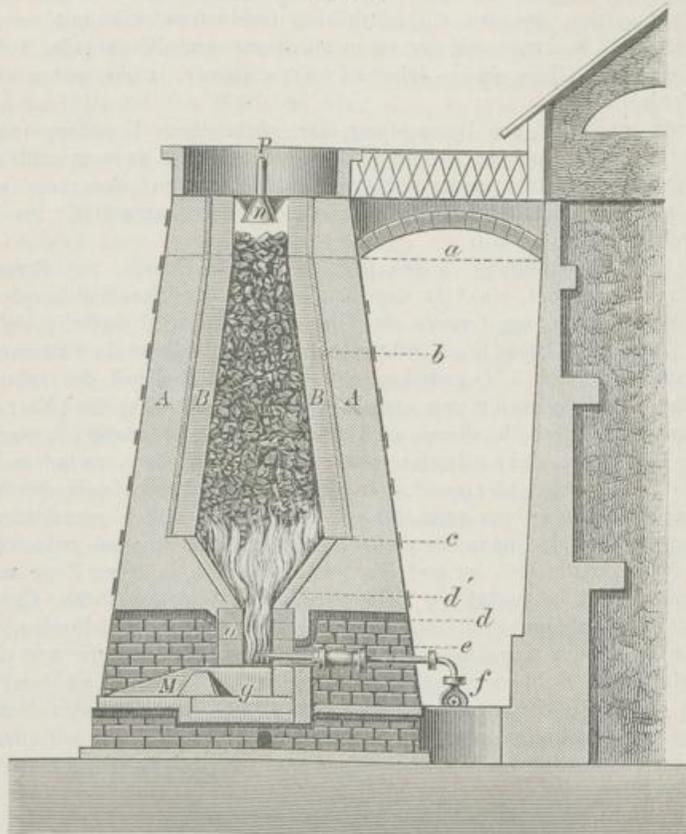
Allmählig lernte man vorhandene Wasserkräfte zum Betriebe zu benutzen; es wurde dadurch möglich, höhere Temperaturen zu erzeugen, man lernte schliesslich das Eisen in geschmolzenem Zustande kennen und darstellen. Was die eben skizzirte älteste Art der Darstellung des Eisens von unseren modernen Verfahren unterscheidet, ist der Umstand, dass die Alten aus ihren Erzen das zu ihren Geräthen nothwendige Eisenmaterial direct erzeugten, während gegenwärtig die verschiedensten Eisensorten durchwegs in der Weise dargestellt werden, dass nur ein Rohproduct — Roheisen oder Gusseisen — dargestellt wird, welches das Ausgangsmaterial für alle übrigen Eisensorten bildet; der moderne ist daher zweckmässig als indirecter Process zu bezeichnen.

Die Darstellung des Eisens in der Gegenwart. Das erste Ziel der modernen Eisenindustrie ist unter allen Umständen die Abscheidung von Roheisen aus den Erzen. Für die Verhüttung kommen zur Zeit lediglich die sauerstoffhaltigen Eisenerze in Frage; die in colossalen Lagern vorkommenden Schwefelerze (Schwefelkies, Pyrit) werden zur Eisengewinnung nicht benutzt. Aber auch unter den sauerstoffhaltigen Erzen existiren mannigfache Verschiedenheiten, insofern zur Erlangung bestimmter Eisensorten gewisse Erze am besten sich eignen. Um aber den Mechanismus der Fabrikation einigermaassen überblicken zu können, müssen wir uns zunächst über die Eigenschaften der drei Eisensorten informiren, unter welche sich die zahlreichen Varietäten unterordnen lassen. — Man classificirt die verschiedenen Eisensorten in der Regel als Roh- oder Gusseisen, Stahl und Schmiedeeisen. Chemisch unterscheiden sich diese drei von einander durch ihren Gehalt an Kohlenstoff, der beim Schmiedeeisen das Minimum, beim Gusseisen das Maximum beträgt. Damit stehen im Zusammenhange wichtige physikalische Eigenschaften, welche dem Eisen überhaupt erst seinen Werth als Nutzmateriale verleihen. Das reinste Eisen mit dem geringsten Kohlenstoffgehalt — Schmiedeeisen — ist sehr weich, sehr schwer schmelzbar und ausserordentlich zähe. Roheisen, welches den höchsten Kohlenstoffgehalt aufweist, ist im Gegensatz zu diesem sehr hart, leicht schmelzbar, aber zugleich spröde. Stahl, welcher im Kohlenstoffgehalt in der Mitte zwischen den beiden eben erwähnten steht, vereinigt in sich die Zähigkeit des Schmiedeeisens mit der Sprödigkeit des Gusseisens. Das Product dieser Vereinigung verschiedener Eigenschaften ist eine neue Eigenschaft: die der Elasticität. Auch bezüglich seiner Schmelzbarkeit und Härte nimmt er die Mitte zwischen den beiden anderen Eisensorten ein.

In neueren Etablissements endlich wird, um Ersparniss an Brennmaterialien herbeizuführen, die Gebläseluft erst durch geeignete Vorrichtungen vorgewärmt, ehe sie dem Ofen zugeführt wird. Zum Vorwärmen bedient man sich entweder der früher unbenützt entwichenen Gichtgase oder man benützt die beim Verkokungsprocess abfallenden brennbaren Gase als Feuerungsmaterial, vielfach auch wendet man das SIEMENS'sche Regenerativsystem an. Je nach den vorhandenen Bedingungen nimmt die Luft beim Vorwärmen Temperaturen an, die zwischen 200 und 600° liegen können.

Soll ein Ofen in Betrieb gesetzt oder „angeblasen“ werden, so wird zunächst an seinem Boden ein mässiges Holzfeuer angemacht, dann auf dieses andere Brennmaterialien wie Coks, Steinkohlen, Anthracit geschichtet. Ist die Erwärmung

Fig. 101.



bis zu einem gewissen Grade vorgeschritten, so wird das Gebläse in Thätigkeit gesetzt oder „angestellt“, zu gleicher Zeit beginnt man die Charge einzufüllen, d. h. man füllt den Schacht abwechselnd mit Schichten von Kohle, Eisenerzen und sogenannten Zuschlägen bis zur Gichtöffnung an. Die zugeführte Kohle, die bei dem Eisenprocess die wichtige Rolle des Reductionsmittels spielt, wurde früher ausschliesslich in Form von Holzkohle verwendet; gegenwärtig benutzt man am häufigsten Coks, die von den Eisenhütten selbst erzeugt werden, seltener Steinkohlen, ganz neuerdings auch versuchsweise Braunkohlen. Unter der Bezeichnung Zuschläge werden ganz generell Zusätze zur Charge verstanden, welche dazu dienen sollen, die Bildung einer Schlacke (eines Glasflusses) zu befördern, deren Wichtig-

keit aus den später folgenden Ausführungen sich ergeben wird. Die Natur der Zuschläge ist vollständig abhängig von der Natur der zu verhüttenden Erze. Sind dieselben sehr reich an Silicaten und arm an Erden, so erhalten sie Zuschläge von Erden, meist in Form von Kalkstein. Andererseits erhalten kieselsäurearme Erze einen Zuschlag von Kieselsäure, die ihnen in Form von Sand, Kies etc. zugeführt wird, bisweilen wird auch Braunstein, Flussspath etc. zugesetzt.

Ist ein Ofen erst einmal angeblasen, so gestaltet sich sein Betrieb zu einem continuirlichen, d. h. er wird ununterbrochen, so lange als irgend möglich, fortgesetzt, indem in gleichem Maasse, wie fertiges Eisen sich bildet, die Charge nachgefüllt wird. Die Dauer der Betriebszeit eines Hohofens wird „Hüttenreise“ oder „Campagne“ genannt; sie ist abhängig von der Dauerhaftigkeit und Güte des zum Baue verwendeten Materiales und kann für einen Ofen 2—10 Jahre und darüber hinaus betragen. Das Erlöschen oder „Ausblasen“, beziehungsweise das Wiederanblasen eines Ofens ist mit erheblichen Geldopfern verknüpft, so dass man dieser Eventualität so lange wie irgend möglich aus dem Wege geht. Gründe für das Erlöschen eines Ofens sind: dringende Reparaturen, nicht selten aber auch schlechte Conjunctionen.

Wenn wir nunmehr zur Betrachtung der chemischen Vorgänge übergehen, welche sich in einem Hohofen abspielen, so sei zunächst vorausgeschickt, dass die nachfolgenden Ausführungen selbstverständlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen können, vielmehr lediglich ein ungefähres Bild des Hohofenprocesses geben sollen.

Die durch die Gichtöffnung in den Ofen eingefüllte Charge, aus Erzen, Kohle und Zuschlägen bestehend, sinkt in dem Maasse, wie der Eisenbildungsprocess vorschreitet, langsam nach dem Grunde des Ofens hin und wird natürlich in den verschiedenen Theilen des Ofens auch sehr verschiedenen Bedingungen ausgesetzt sein. Der in vorstehender Fig. 101 zwischen *a* und *b* liegende Theil des Ofens besitzt beispielsweise eine Temperatur von etwa 150—500° und wird die „Vorwärmzone“ genannt. Innerhalb dieser wird die Charge vorgewärmt, ausgetrocknet und aufgelockert. Sie sinkt allmähig weiter in die den Raum zwischen *b* und *c* einnehmende „Reductionszone“. In dieser räumlich sehr ausgedehnten Zone herrscht eine Temperatur von etwa 500—900°. Hier wirken verschiedene reducirende Agentien auf das nunmehr vorhandene Eisenoxyd ein und reduciren es zu Eisenoxydoxydul, schliesslich zu metallischem Eisen. Die in dieser Zone wirkenden Reductionsmittel sind hauptsächlich Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, Cyanwasserstoffgas oder Cyankaliumdämpfe, Substanzen, deren Auftreten dadurch zu erklären ist, dass die durch die eingeblasene Luft entstandene Kohlensäure von dem vorhandenen glühenden Kohlenstoff zu Kohlenoxyd reducirt wird, während Kohlenwasserstoffe durch Einwirkung von Wasserdampf auf die glühenden Kohlen sich bilden, und das Auftreten von Cyanverbindungen zum Theil auf den Stickstoffgehalt der verwendeten Coke, zum Theil auf denjenigen der atmosphärischen Luft zurückzuführen ist.

Das in der Reductionszone gebildete Eisen ist ursprünglich reines, d. h. kohlenstofffreies Eisen; aus diesem Grunde kommt es bei der in jener Zone herrschenden Temperatur, welche nicht über 1000° hinauskommt, auch nicht zum Schmelzen (der Schmelzpunkt des reinen Eisens liegt jenseits 2000°), vielmehr ist es in einem sogenannten schwammartigen Zustande vorhanden. Während des Niedersinkens aber kommt es in der Kohlunzone zwischen *c* und *d* bei einer Temperatur von etwa 900—1500° mit glühenden Kohlen in Berührung, zum Theil auch wird Kohlenstoff aus den in jener Zone vorhandenen Kohlenstoffverbindungen (Kohlenoxyd- und Cyanverbindungen) in Freiheit gesetzt. Unter diesen Umständen nimmt das schwammartige Eisen eine gewisse Menge Kohlenstoff auf und verwandelt sich dadurch in relativ leicht schmelzendes Roheisen oder Gusseisen, welches nun in der Schmelzzone *d—e* bei der dort vorhandenen Temperatur von 1500 bis 1700° thatsächlich zum Schmelzen gelangt. In dieser Zone wirkt der glühende

Kohlenstoff reducirend auch auf die in den Erzen und Zuschlägen vorhandenen Verunreinigungen und reducirt die Oxyde des Phosphors, Siliciums, Schwefels etc. zum Theil zu den betreffenden Elementen, welche sich ihrerseits mit dem geschmolzenen Eisen verbinden. Zugleich aber gelangen die den Erzen beigemengten Zuschläge zum Schmelzen und bilden eine auf dem geschmolzenen Eisen schwimmende Schlacke. Die Bildung der letzteren ist für den Eisengewinnungsprocess in mehrfacher Hinsicht von Wichtigkeit. Von ihr sollen die die Erze begleitenden wesentlichsten Verunreinigungen aufgenommen werden; sie hat ferner die Aufgabe, eine schützende Hülle über dem geschmolzenen Eisen zu bilden, so dass dasselbe von der in den Ofen eintretenden Gebläseluft nicht unnöthig oxydirt wird. Dann aber ist der Hüttenmann auch im Stande, aus der Beschaffenheit der Schlacke Schlüsse auf den Stand des augenblicklichen Betriebes zu ziehen.

Hat sich im Gestell eine genügende Menge von geschmolzenem Eisen angesammelt, so wird zunächst die Schlacke durch die Schlackenöffnung und hierauf das Eisen durch die Abstichöffnung abgelassen und letzteres direct in die vorher vorbereiteten Gussformen geleitet. Der Abstich erfolgt in grösseren Etablissements etwa zweimal in 24 Stunden. Während des Betriebes wird oben an der Gichtöffnung stets frische Charge nachgefüllt in dem gleichen Maasse, wie der Inhalt des Ofens niedergeht. Das Einfüllen geschah früher in sehr primitiver Weise, so dass man Erze, Kohlen und Zuschläge einfach in die offenen Oefen schüttete. Gegenwärtig hält man die Gichtöffnung mit geeigneten Apparaten verschlossen, welche das Einfüllen der Charge, zugleich aber auch das Abführen der als Brennmaterial wichtigen Gichtgase ermöglichen, ausserdem auch den Aufenthalt auf der Gicht zu einem weniger gesundheitsschädlichen gestalten.

Das durch die Verhüttung erzielte Product ist das sogenannte Roheisen. Dasselbe enthält als wesentliche Bestandtheile Eisen und Kohlenstoff, ausser diesen als mehr zufällige Verunreinigungen: Silicium, Phosphor, Schwefel, Arsen, Aluminium etc. Indessen zeigen auch die verschiedenen Roheisensorten von einander stark abweichende Eigenschaften. Zur Zeit pflegt man unter den einzelnen Sorten zwei Haupttypen zu unterscheiden, nämlich graues Roheisen und weisses Roheisen. Beide Sorten unterscheiden sich, abweichend von der früher giltigen Anschauung, nicht so sehr durch ihren Procentgehalt an Kohlenstoff, sondern vielmehr dadurch, dass der Kohlenstoff in ihnen je in verschiedenem Zustande vorhanden ist.

1. Weisses Roheisen. Dasselbe besitzt nahezu silberweisses Aussehen und krystallinisches Gefüge und charakterisirt sich durch ziemlichen Glanz, durch grosse Härte und Sprödigkeit. Sein spec. Gew. liegt zwischen 7.58 und 7.68, sein Schmelzpunkt zwischen 1000—1100°. Es enthält 3—5.93 Procent Kohlenstoff, und zwar ist der letztere nahezu seiner Gesammtmenge nach mit dem Eisen in chemischer Verbindung. Gewöhnlich wird angenommen, dass die hypothetische Verbindung von C und Fe der Formel CFe_3 oder $Fe_3C + Fe_3C$ entspricht. Im Hüttenbetriebe bildet sich diese Eisensorte bei niedrigerer Temperatur als die gleich zu besprechende graue Modification. Ausserdem erfolgt die Verschlackung der den Erzen beigemengten fremden Bestandtheile bei niedrigerer Temperatur vollständiger als bei höheren, welche letzteren auch noch Verluste an Eisen durch Verschlackung herbeiführen. Aus allen diesen Gründen pflegt man reiche Erze meist auf weisses Roheisen (weil dieses die reinere Sorte ist) zu verarbeiten. Obgleich dasselbe von allen Eisensorten den niedrigsten Schmelzpunkt zeigt, so lässt es sich doch nicht als Material für Eisenguss verwenden, da es beim Schmelzen nicht hinreichend dünnflüssig wird, auch während des Erkaltens sich nicht genügend ausdehnt, so dass bei seiner Verwendung scharfe Güsse nicht erzielt werden können. Dagegen wird diese Eisensorte ihrer relativen Reinheit wegen vorthellhaft zur Fabrikation von Stahl und Stabeisen durch den Frischprocess benutzt und heisst daher auch „Frischereiroheisen“. Ein besonders reines, graphitfreies weisses Roheisen wird wegen seiner silberweissen Farbe und seiner stark spiegelnden

Flächen Weisses Spiegeleisen genannt. Dasselbe ist als reinstes Roheisen anzusehen und besitzt hervorragende Bedeutung für die Stahlbereitung, was besonders für die manganhaltigen Spiegeleisensorten gilt.

2. Graues Roheisen ist von hellgrauer bis dunkelschwarzgrauer Färbung ohne besonderen Glanz und von körniger Structur. Härte und Sprödigkeit sind etwas geringer als beim weissen Roheisen. Das spec. Gew. ist im Durchschnitt etwa gleich 7.00, der Kohlenstoffgehalt beläuft sich zwischen 3—5.93 Procent. Indessen ist nur ein geringer Theil des vorhandenen Kohlenstoffes wirklich chemisch mit dem Eisen verbunden; vielmehr ist die Hauptmenge desselben in einer dem Graphit ähnlichen oder gleichen Modification dem Eisen lediglich beigemischt.

Der Schmelzpunkt dieser Eisensorte liegt bei etwa 1100—1200°, also etwas höher als derjenige des weissen Roheisens. Beim Hüttenbetriebe bildet sich wahrscheinlich zwischen 1000 und 1100° zunächst weisses Roheisen, welches bei weiterer Temperaturerhöhung alsdann in graues Roheisen übergeht.

Obgleich die Schmelztemperatur des grauen Roheisens höher als diejenige der weissen liegt, so ist das graue Roheisen doch dasjenige Material, welches ausschliesslich zur Herstellung von Eisengusswaaren Verwendung findet, da es in geschmolzenem Zustande sehr dünnflüssig ist, beim Erkalten sich merklich ausdehnt, daher die Formen mit grosser Schärfe und Reinheit ausfüllt. Geschmiedet kann es nicht werden, dagegen lässt es sich — weil weicher als das vorige — ohne Schwierigkeiten mit Feile, Säge und Bohrer, auch auf der Drehbank bearbeiten. Nicht ohne Interesse ist der Umstand, dass geschmolzenes graues Roheisen bei schnellem Abkühlen in weisses Roheisen, geschmolzenes weisses Roheisen dagegen bei langsamem Erkalten in graues Roheisen übergeht.

Hämmerbarer und schmiedbarer Eisenguss. Sehr häufig ist es wünschenswerth, Eisengusswaaren so vorzubereiten, dass sie sich leicht bearbeiten, auch hämmern und schmieden lassen. Dies ist besonders dann wünschenswerth, wenn ihre Oberfläche in Folge rascher Abkühlung die Härte und Sprödigkeit des weissen Roheisens besitzt. Man erreicht diesen Zweck durch die Temporn oder *Adouciren* genannte Operation. Dieselbe besteht darin, dass man der Oberfläche der Gussstücke entweder durch einfaches Erhitzen oder durch Erhitzen mit Chemikalien einen Theil des Kohlenstoffes entzieht und sie dadurch weicher und bearbeitbarer macht. Man bedient sich hierzu der sogenannten Cementirpulver, beispielsweise Gemischen aus Kohle, Knochenasche, Eisenhammerschlag, Eisenoxyd, Braunstein oder Zinkoxyd. Wie leicht ersichtlich, haben die in dem Gemisch vorhandenen Oxyde die Aufgabe, der Oberfläche des Eisens den Kohlenstoff theilweise zu entziehen. Auf solche Weise werden gegenwärtig durch Guss eine Menge von Gebrauchsgegenständen dargestellt, wie Schlüssel, Klingen, Scheeren etc., welche sich von geschmiedeten kaum unterscheiden lassen.

Hartguss, Schaalenguss, Coquillenguss. Je nach den Bedingungen, unter denen ein gegossener Gegenstand erkaltet, nimmt derselbe sehr verschiedene Eigenschaften an. In Sand- oder Lehmformen langsam erkaltete Gegenstände bestehen meist durchwegs aus grauem Roheisen. Bei Benutzung eiserner Formen dagegen tritt rasche Erkaltung, namentlich der oberflächlichen Schichten ein, wodurch diese in weisses Roheisen übergehen, während der Kern, weil langsamer erkaltend, aus weicherem grauem Roheisen besteht. Der Hartguss wird zur Zeit ausgiebig verwerthet zur Herstellung von Panzerplatten, Granaten, Hartwalzen, Eisenbahnrädern etc.

b) Schmiede- oder Stabeisen. In früheren Zeiten, bevor man gelernt hatte, flüssiges Roheisen zu gewinnen, wurde alles schmiedbare Eisen direct durch Verhüttung von Eisen dargestellt. Dieses mit dem Namen „Rennarbeit“ bezeichnete Verfahren wird heute nur noch ausnahmsweise einmal angewendet, der Hauptsache nach wird alles Stab- oder Schmiedeeisen auf indirectem Wege, d. h. aus Roheisen, bereitet. Roheisen und Stabeisen unterscheiden sich von einander durch einen verschiedenen Gehalt an Kohlenstoff. Während derselbe für das

erstere etwa 3—5.93 Procent beträgt, enthält das letztere davon nur circa 0.08 bis 0.6 Procent. Es leuchtet ein, dass bei der Gewinnung von Stabeisen aus Roheisen in erster Linie eine Verminderung des Kohlenstoffgehaltes in's Auge zu fassen ist.

Daneben wird es sich ferner um Beseitigung der im Roheisen enthaltenen fremden Bestandtheile handeln, deren Anwesenheit im Stabeisen störend sein würde. Zur Verarbeitung gelangt in der Regel ein manganhaltiges weisses Roheisen.

Das Frischen. Weisses, vorher einem oxydirenden Schmelzen, dem „Feinen“, ausgesetzt gewesenes Roheisen wird in eigens construirten Herden geschmolzen, während ein Gebläse zu gleicher Zeit Luft über die Oberfläche leitet.

Indem sich nun das in dem Eisen vorhandene Silicium und Mangan, auch etwas Eisen oxydiren, wird eine zunächst saure Silicateschlacke (Rohschlacke) gebildet, welche in Folge zunehmender Oxydation von Eisen immer mehr basischen Charakter annimmt (Gaarschlacke). Zu gleicher Zeit werden andere in dem Roheisen enthaltene Stoffe, wie Aluminium, Phosphor, Mangan, Schwefel in Form ihrer Oxyde in die Schlacke übergeführt, während das durch Oxydation des Eisens gebildete Eisenoxydoxydul zur Entkohlung des Eisens wesentlich beiträgt. In dieser Weise wird der Process geleitet, bis das gefrischte Eisen den gewünschten Kohlenstoffgehalt erlangt hat. Die noch glühende Masse (Luppe, Wolf, Klump) wird alsdann sofort unter den Aufwerfhammer gebracht oder durch Walzen geschickt, wodurch die letzten Antheile der Schlacken beseitigt werden, ausserdem auch eine gleichmässige Durcharbeitung der Masse erzielt wird. Wird das Frischen in kleinen, nur wenig Material fassenden Herden und in directer Berührung mit dem Brennmaterial (Holzkohlen) ausgeführt, so nennt man es Herdfrischen, dagegen Puddelfrischen, wenn es in Flammöfen ausgeführt wird, wobei das Eisen mit dem Brennmaterial nicht in Berührung kommt, weshalb in diesem Falle Steinkohlen verwendet werden können.

a) Herdfrischen. Weisses Roheisen wird mit Holzkohle in einem Herde eingeschmolzen und einem Luftstrom ausgesetzt. Zugleich wird die Oxydation des Kohlenstoffes und der fremden Bestandtheile (P, As, S) durch geeignete, besonders oxydirende Zusätze befördert. Die Verunreinigungen werden von der sich bildenden Schlacke aufgenommen. Die noch glühende Masse (Luppe) kommt schliesslich unter den „Aufwerfhammer“, durch welchen die letzten Antheile von Schlacke beseitigt und die Eisentheilehen zusammengeschweisst werden. Später werden die Eisenmassen in Stücke geschnitten und diese zu Stangen ausgeschmiedet. Die Ausbeute an Stabeisen beträgt etwa 70—80 Procent, doch findet das Herdfrischen seiner Kostspieligkeit wegen nur zur Erzeugung der besten Eisensorten Anwendung. Die Hauptmengen von Schmiedeeisen werden durch Puddelfrischen dargestellt.

b) Puddelfrischen. Roheisen wird mit geeigneten, verschlackend wirkenden Zuschlägen in einem Flammofen eingeschmolzen und die Einwirkung der Luft in bestimmter Weise regulirt. Der dabei zutretende Sauerstoff wirkt zunächst oxydirend auf das Silicium, Mangan und auf einen Theil des Eisens. Nachdem diese erste Phase des Processes beendigt ist, wird die Eisenmasse mit eisernen Stangen durchgearbeitet (gepuddelt). Dabei wird das vorhergebildete Eisenoxydoxydul in derselben vertheilt, so dass es oxydirend auf den vorhandenen Kohlenstoff, sowie auf den Phosphor wirken kann, der als Eisenphosphat in die Schlacken übergeht. In dem Maasse als die Entkohlung vor sich geht, wird die Masse immer weniger flüssig. Sie wird schliesslich noch glühend unter den Hammer gebracht, der die Luppe von beigemischter Schlacke befreit und zusammenschweisst. Das Puddelfrischen liefert die Hauptmenge des zur Zeit verbrauchten Stab- oder Schmiedeeisens, da dieser Process das Product mit Ersparniss von Zeit und in bedeutenden Quantitäten darzustellen erlaubt. Nicht unwesentlich ist, dass dabei auch jedes Brennmaterial, da es mit dem Eisen nicht in Berührung kommt, verwendet werden kann.

Stab- oder Schmiedeeisen besitzt hellgraue und in der Regel faserige Structur, die man sich durch Zusammenschweissen höchst kleiner Kryställchen entstanden denkt. Sein spec. Gew. bewegt sich, je nach der Art der Bearbeitung, in den Grenzen von 7.6—7.9 Procent, sein Kohlenstoffgehalt beträgt, wie schon erwähnt wurde, 0.08—0.6 Procent. Damit im Zusammenhange steht, dass diese Eisensorte sehr weich, leicht bearbeitbar und bei den von uns technisch erreichbaren Temperaturgraden unschmelzbar ist. Es charakterisirt sich ausserdem durch eine hohe Zähigkeit, die auf seine faserige Structur zurückzuführen ist.

Gewisse Einflüsse indessen, nämlich plötzlicher Temperaturwechsel, häufige Erschütterungen, vermögen die faserige Structur in eine körnige umzuwandeln, während zugleich die Zähigkeit wesentlich abnimmt. Auf diesen Umstand sind zurückzuführen das plötzliche Springen von Eisenbahnradreifen im Winter, der Bruch von Wagenachsen ohne nachweisbare äussere Ursache. Wie vorher bemerkt wurde, schmilzt Schmiedeeisen zwar nicht, dagegen geht es beim Glühen in einen Zustand der Erweichung über, in welchem es sozusagen zusammengeknetet werden kann. Auf diesem Umstande beruht das Schweissen des Stab- oder Schmiedeeisens, eine Operation, welche in den mit der Verarbeitung des Eisens sich beschäftigenden Industrien bekanntlich eine bedeutende Rolle spielt. Die Verarbeitung des Stabeisens zu Blechen, Draht u. s. w. wird meist von besonderen Industriezweigen ausgeführt.

c) **Der Stahl.** Der Stahl steht mit einem Kohlenstoffgehalt von 0.6—2.3 Procent in der Mitte zwischen Roheisen und Schmiedeeisen. Auch sonst zeigt er alle Eigenschaften des verbindenden Gliedes zwischen beiden. Er ist schmelzbar wie Roheisen und theilt mit dem Schmiedeeisen die Schweissbarkeit. Von vorneherein erscheint es daher nicht aussichtslos, dass man zum Stahl gelangen könne vom Schmiedeeisen aus, indem man diesem Kohlenstoff zuführt, und vom Roheisen aus, indem man diesem Kohlenstoff entzieht. Wie weit diese Betrachtung zutreffend ist, wird gleich gezeigt werden. In den ersten Anfängen der Stahlbereitungsindustrie wurde Stahl so erzeugt, dass man ihn direct aus den Erzen durch den Verhüttungsprocess abschied, später ging man dazu über, ihn durch Kohlung von Schmiedeeisen darzustellen und der Neuzeit war es vorbehalten, den letzten Schritt zu thun, indem man lernte, Stahl in beliebigen Mengen ohne Schwierigkeiten aus Roheisen zu gewinnen. Es lassen sich somit die wichtigsten der in Frage kommenden Gewinnungsweisen unter nachfolgende Gesichtspunkte unterordnen.

I. **Rennstahl**, d. h. aller durch Verhüttung von Eisenerzen direct erzeugter Stahl.

II. **Kohlungsstahl**, durch Kohlung von Schmiedeeisen.

a) Durch Glühen mit Kohle ohne Schmelzung (gewöhnlicher Cementstahl).

b) Durch Schmelzen mit Kohle (Gussstahl aus Schmiedeeisen).

III. **Frischstahl**, durch theilweise Entkohlung von Roheisen.

a) Durch Frischen in Herden mittelst Holzkohlenfeuerung (Herdfrischstahl).

b) Durch Frischen in Flammöfen mit beliebigem Feuerungsmaterial (Puddel- oder Flammofenfrischstahl).

c) Durch Einblasen von Luft in flüssiges Roheisen (Bessemerstahl).

d) Durch Glühen von Roheisen mit entkohlenden Materialien.

IV. **Flussstahl**, durch Combination von II und III, d. h. durch Zusammenschmelzen von Schmiedeeisen und Roheisen.

Von diesen Gewinnungsarten haben diejenigen, welche den Stahl als Rennstahl direct durch Verhüttung der Erze erzeugen, zur Zeit irgend welche Bedeutung nicht mehr, sie können vielmehr nur auf historisches Interesse Anspruch erheben.

Kohlungsstahl, durch Kohlenstoffzufuhr zum Schmiedeeisen erhalten.

Cementstahl. Als Ausgangsmaterial dient ein sehr reines Schmiedeeisen in Stabform. Die Stäbe werden in thönernen Kästen schichtenweise in Holzkohlen-

pulver, welches stickstoffhaltige Substanzen enthält, eingebettet und diese Kästen etwa 7 Tage lang in besonderen Oefen erhitzt. Ein Ofen enthält etwa 15000 bis 17000 kg Eisen. Nach dieser Zeit ist die Umwandlung in Stahl eingetreten, aber der erzeugte Stahl ist ungleichmässig, weil die Kohlenstoffaufnahme von aussen her stattfand, ferner brüchig und meist an der Oberfläche blasig (Blasenstahl). Er muss daher gegerbt oder raffinirt werden; dies geschieht in der Weise, dass man die einzelnen Stäbe zur Rothgluth erhitzt, dann in dünne Stäbe ausreckt und in kaltes Wasser wirft. Nach dem Erkalten werden mehrere Stäbe zu einem Bündel vereinigt, dieses zum Glühen gebracht und nun zu einem Stücke zusammengeschweisst. Der Cementstahl ist eine verhältnissmässig kostspielige Sorte und wird daher nur zu theuren Utensilien (Schneidewerkzeugen) verarbeitet. Wichtig für die Erzeugung dieser Stahlsorte ist, dass das benutzte Kohlenpulver Cyanverbindungen (Cyanbaryum) oder die zur Bildung solcher nöthigen Bestandtheile enthält, da es nachgewiesen ist, dass die Aufnahme von Kohlenstoff wesentlich aus vorhandenen Cyanverbindungen erfolgt.

Gussstahl. Als Ausgangsmaterial wird ein Stahl benutzt, der durch Frischen, Bessemern, Puddeln oder auf andere Weise dargestellt ist. Man bringt ihn in feuerfesten Tiegeln entweder durch directes Feuer oder durch SIEMENS' Regeneratoren zum Schmelzen und giesst die flüssige Masse in Barren aus. Die letzteren werden später wieder glühend gemacht und durch Hämmern oder Walzen ausgereckt. So erhaltener Gussstahl kann wieder geschmolzen und durch Giessen in die mannigfachsten Formen gebracht werden. Seine Verwendung ist aus diesem Grunde eine sehr ausgedehnte (zu Maschinentheilen, Kanonen, Arbeitsgeräthen), seine Darstellung wird besonders von KRUPP-Essen cultivirt (Tiegelstahl).

Frischstahl, durch theilweise Entkohlung von Roheisen.

Herdfrischstahl. Als Ausgangsmaterial dient ein sehr reines, weisses, manganreiches Roheisen. Dasselbe wird, wie unter Schmiedeeisen angegeben ist, dem oxydirenden Frischprocess unterworfen, nur wird die ganze Operation etwas langsamer geleitet, so dass man im Stande ist, die Entkohlung zu verfolgen und den Process dann zu unterbrechen, wenn der gewünschte Grad der Entkohlung oder ein bestimmter Kohlenstoffgehalt des Eisens erreicht ist. Auch diese Stahlsorte hat zur Zeit nur beschränkte Wichtigkeit.

Puddelstahl oder Flammofenfrischstahl. Das Verfahren ist im Wesentlichen dasselbe, wie bei der Gewinnung des Schmiedeeisens durch den Puddelprocess. Auch hier liegt der Vortheil dem Herdfrischprocess gegenüber darin, dass nicht Holzkohle, sondern jedes beliebige Feuerungsmaterial (Steinkohle, Coks, Gase, Braunkohle) zur Verwendung gelangen können. Wie beim Frischprocess wird das Puddeln dann eingestellt, wenn der beabsichtigte Kohlenstoffgehalt des Eisens erreicht ist. Der Puddelstahl ist besonders als Ausgangsmaterial zur Erzeugung von Gussstahl wichtig.

Bessemerprocess. Unter diesem Namen versteht man ein im Jahre 1856 von HENRI BESSEMER in Sheffield erfundenes Verfahren, Gusseisen in Stahl zu verwandeln. Um die Bedeutung und den Mechanismus dieses ingenösen Processes würdigen zu können, muss man sich in Erinnerung bringen, dass Gusseisen, Stahl und Schmiedeeisen sich durch ihren Gehalt an Kohlenstoff unterscheiden, der bei Gusseisen 2.3—5 Procent, bei Stahl 0.5—2.3 Procent, bei Schmiedeeisen weniger als 0.5 Procent beträgt. Da wir nun beim Hohofenbetriebe stets Gusseisen erhalten, erscheint es zunächst plausibel, dass man eigentlich leichter Stahl erzeugen können müsse als Schmiedeeisen, indem man dem Gusseisen nur einen Theil seines Kohlenstoffgehaltes entzieht. Das ist indessen nicht der Fall. Ausser der Kohle nämlich enthält das Gusseisen auch Verunreinigungen, im Wesentlichen Phosphor, Schwefel, und Silicium, deren Entfernung nothwendig ist und sich früher nur in Verbindung mit einer mehr oder weniger vollständigen Entkohlung des Eisens ausführen liess. Aus diesem Grunde war man früher darauf angewiesen, den Stahl so zu bereiten,

dass man erst fast kohlenstoffreies Schmiedeeisen darstellte und aus diesem durch Zufuhr von Kohlenstoff Stahl machte. Der erste Theil dieses Processes, die Entkohlung des Eisens oder Darstellung von Schmiedeeisen, bot wesentliche Schwierigkeiten nicht, sie wurde von jeher durch wiederholtes Ausschmieden des Gusseisens in den sogenannten Hammerwerken vorgenommen. Die Wiederkohlung des Schmiedeeisens dagegen, seine Verwandlung in Stahl, war eine ausserordentlich langwierige Operation. Sie beruhte auf der merkwürdigen Thatsache, dass Eisen schon in glühendem Zustande Kohlenstoff aufzunehmen und chemisch zu binden vermag. Es bildete sich das Cementirungsverfahren heraus. Indessen die Operation, bei welcher die Aufnahme des Kohlenstoffes von aussen nach innen vor sich geht, war eine ungemein langwierige, sie dauerte 8, 10—12 Tage und beanspruchte enorme Mengen von Brennmaterial. Schon RÉAUMUR 1722 hatte versucht, ein einfacheres Verfahren zur Stahlbereitung aufzufinden. Er erkannte ganz richtig, dass man Stahl bekommen müsse, wenn es gelänge, Schmiedeeisen zu schmelzen; dann könnte man leicht berechnete Mengen kohlenstoffhaltigen Eisens zusetzen, und der Stahl — wäre fertig gewesen. Die Frage war nur die, auf welche Weise man Schmiedeeisen, dessen Schmelzpunkt etwa um 1000° höher liegt, als derjenige des Gusseisens, zum Schmelzen bringen könnte, und da es nicht gelang, blieb der Gedanke vorläufig unfruchtbar. So kam es denn, dass bis in die Fünfziger-Jahre hinein Stahl ein sehr kostbarer Artikel war, an dessen allgemeine Verwendung gar nicht zu denken war. Wohl stellte man daraus eine Menge Gebrauchsgegenstände dar, es waren indessen lediglich solche, bei denen der Preis des Materiales nicht in Betracht kommen konnte gegenüber den Verarbeitungskosten. Als KRUPP 1851 auf der Londoner Industrieausstellung zunächst die Verwendung von Stahl zum Maschinenbau anregte, hielt man diesen Gedanken für eine aussichtslose Neuerung. Denn auch diejenigen Verfahren, die zur Stahlgewinnung von Gusseisen ausgingen, der Frisch- und Puddelprocess beanspruchten nicht weniger Brennmaterialien und Zeitaufwand, wie der Cementationsprocess. Erst die Erfindung BESSEMER'S machte es möglich, an eine allgemeine Verwendung des Stahles zu denken. Und während man früher Stahl nur in relativ geringeren Mengen erzeugen konnte, gelang es nun nach dem neuen Verfahren in der kürzesten Zeit hunderte von Centnern Gusseisen auf einmal in Stahl zu verwandeln.

Um den Bessemerprocess richtig verstehen zu können, muss man im Auge behalten, dass das Gusseisen etwa 5 Procent Kohlenstoff, ausserdem noch Silicium enthält, dass der Kohlenstoff zum Theil oder vollständig entfernt werden muss und dass die früher üblichen Verfahren zur Stahlbereitung daran krankten, dass unter den gegebenen Verhältnissen in Folge der langen Dauer des Processes die Hauptmenge der Wärme durch Ausstrahlung verloren ging, dass es überhaupt nicht gelang, Schmiedeeisen in flüssigen, vielmehr nur in einen schwammartigen, teigartigen Zustand zu versetzen.

Das Verfahren von BESSEMER kürzte nun die Dauer des Entkohlungsprocesses des Gusseisens von 14—15 Tagen auf ebenso viele Minuten ab, und was das Merkwürdigste dabei ist, der ganze Process spielt sich ab, ohne dass ein anderes Brennmaterial erforderlich ist, als der im Gusseisen enthaltene Kohlenstoff und das Silicium. Doch betrachten wir zunächst den Verlauf des Bessemerprocesses.

5000—8000 kg geschmolzenes Roheisen werden in ein aus Gusseisen construirtes, innen mit feuerfestem Thon ausgefüttertes Gefäss, die Bessemerbirne oder den Converter laufen gelassen. Der Boden des Converters besitzt eine Anzahl feiner Röhren, die mit einem Luftgebläse in fixer Verbindung stehen. Sobald das flüssige Gusseisen eingefüllt ist, lässt man mittelst des Gebläses Luft durch die geschmolzene Masse durchblasen. Unter starker Wärmeentwicklung werden nun oxydirt, bezw. verbrannt: Silicium, Mangan und ein Theil des Eisens, zugleich geht der graphitartige Kohlenstoff in chemisch gebundenen (Kohlenstoffeisen) über.

Das Ende dieser ersten oder Feinperiode wird durch eine aus der Oeffnung des Converters herausschlagende, gespitzte, orange gelbe Flamme mit blaugesäumten

Rändern angezeigt. Hierauf tritt die sogenannte Kochperiode ein, indem durch das reichlich vorhandene Eisenoxydul der Kohlenstoff zu Kohlenoxyd verbrennt, wobei die Masse lebhaft aufsteigt (kocht), und Schlacken- und Eisentheilchen zu dem Halse herausgeworfen werden. Die aus dem Converter herausschlagende Flamme wird zugleich hell und lässt mit dem Spectroskop helle Kohlenoxydlinien in Roth, Grün und Blau, später in Grün hervortreten.

In der nun folgenden dritten Periode, der Garfrischperiode, wird die Masse wieder ruhig, neben dem Rest des noch vorhandenen Kohlenstoffs verbrennt ein Theil des Eisens, was sich durch Auftreten eines lebhaften Funkenregens zu erkennen gibt. Sobald dies der Fall ist und die spectralanalytische Beobachtung keine Kohlenoxydlinien, sondern ein continuirliches Spectrum zeigt, wird der Wind abgestellt, der Masse ein berechnetes Quantum geschmolzenes Spiegeleisen zugesetzt und der gebildete Gussstahl in die schon bereitstehenden Formen ausgegossen.

Wie man sieht, beruht die Stahlerzeugung darauf, dass durch den eingeblasenen Wind das Gusseisen entkohlt, in flüssiges Schmiedeeisen und dieses letztere durch Zusatz von Spiegeleisen in Stahl verwandelt wird. Wir sehen hier das Problem der Verflüssigung des Schmiedeeisens, welches beiläufig bei circa 2000° schmilzt, verwirklicht, ohne dass ein anderes Brennmaterial verbraucht wird, als die im Eisen enthaltenen 5 Procent Kohlenstoff, bzw. Silicium. Das erscheint auf den ersten Blick auffallend, um so mehr, als man meist nur zu sehr geneigt ist, diese 5 Procent als eine wenig bedeutende Zuthat, quasi als eine Verunreinigung des Eisens zu betrachten. Wenn wir aber bedenken, dass die in einem Cubikmeter Gusseisen enthaltene Menge Kohlenstoff etwa 70 cbm Holzkohle entspricht, dass ferner das anwesende Silicium im Wärmeeffect dem Kohlenstoff etwa gleichsteht, dass bei der kurzen Dauer des Processes von einem bedeutenden Wärmeverlust nicht die Rede sein kann, dass endlich die Verbrennung des Kohlenstoffes von Molekül zu Molekül sozusagen sich fortpflanzt, so wird es wohl verständlich werden, woher diese über 1000° betragende Temperaturerhöhung herzuleiten ist.

Bezüglich der Technik des Verfahrens sei noch erwähnt, dass die Fabrikation in Convertern das in England ausgebildete Verfahren ist, dass man in Schweden feststehende Oefen benützt, dass hier ausserdem der Process nicht bis zur vollständigen Entkohlung des Eisens fortgesetzt wird, sondern nur so lange, bis ein bestimmter Procentsatz von Kohlenstoff erreicht ist. Der Punkt, wenn der Wind abzustellen ist, wird durch spectroskopische Beobachtung der Flammen gefunden. In Schweden unterbleibt dann natürlich auch der spätere Zusatz von Spiegeleisen.

War nach dem eben Gesagten der Bessemerprocess unbedingt ein ungeheurer Fortschritt auf dem Gebiete des Hüttenwesens, so hatte er doch auch wieder seine Schattenseiten. Es war nämlich nach diesem Verfahren nicht möglich, aus Eisenerzen, welche irgend erhebliche Mengen von Phosphor und Schwefel enthielten, einen brauchbaren Stahl zu gewinnen. Dem Schwefel war durch Zusatz von Mangan einigermaassen zu begegnen, Roheisen indess, welches mehr wie 0.05—0.15 Procent Phosphor enthielt, eignete sich zur Stahlbereitung ganz und gar nicht. Für Deutschland war dieses Factum um so bedauerlicher, als unsere deutschen Eisenerze durchwegs stark phosphorhaltig sind, also zur Stahlfabrikation nach BESSEMER nicht verwendet werden konnten. Die deutsche Industrie war auf die phosphorfreien Eisenerze des Auslandes angewiesen und KRUPP hatte während dieser Zeitperiode stets mehrere Dampfer auf dem Meere, welche ihm die phosphorfreien Eisenerze aus Schweden, Spanien und Afrika herbeiholen mussten.

Die deutsche Stahlindustrie konnte ihren dominirenden Standpunkt erst erreichen, als mit dem Thomas-Gilchristprocess gleichsam die Ergänzung des Bessemer-Processes gegeben war, welche die Verarbeitung auch unserer deutschen Eisenerze ermöglichte.

Thomas-Gilchristprocess. Der Bessemerprocess blieb für Deutschland so lange unfruchtbar, als es nicht möglich war, die deutschen, durchwegs phosphorhaltigen Eisenerze zur Stahlbereitung heranzuziehen. Durch die wissenschaftliche

Untersuchung des Bessemer- und Puddelprocesses wurde der Verlauf der Reaction in nachstehender Weise erkannt. Die beiden hier zunächst in Betracht kommenden Bestandtheile des Roheisens, nämlich Kohlenstoff und Silicium, werden nacheinander verbrannt, beziehungsweise oxydirt. Erst wenn alles Silicium oxydirt ist, beginnt die Verbrennung des Kohlenstoffs, also die Entkohlung des Eisens. In dem kurzen Zeitintervall, der zwischen der Verbrennung von Kohlenstoff und Silicium liegt, erfolgt die Verbrennung vorhandenen Phosphors zu Phosphorsäure, welche letztere in die Schlacken übergeht. Ist die Phosphorsäure aber in freiem Zustande in den Schlacken enthalten und können letztere — wie dies beim Bessemern der Fall ist — nicht sofort entfernt werden, so reducirt das beim Entkohlen des Eisens auftretende Kohlenoxyd sie wiederum zu Phosphor, der vom vorhandenen Eisen nun wieder aufgenommen wird. Das war der *circulus vitiosus*, an dem die Verwendung deutscher, phosphorsäurehaltiger Eisenerze zum Bessemern scheiterte.

Indessen mit der Erkenntniß dieser Thatsachen war auch die richtige Fragestellung schon gegeben. S. G. THOMAS und P. C. GILCHRIST stellten ferner fest, dass der Phosphor nicht etwa durch die hohe Temperatur, sondern durch die Einwirkung der gebildeten Kieselsäure aus dem Roheisen abgeschieden wurde. Mit Erkenntniß dieser Thatsachen war die Lösung des Problems eigentlich schon gefunden. Es handelte sich darum, zur Auskleidung der Birne ein geeignetes feuerfestes Material zu finden, welches nicht sauren, sondern basischen Charakter hatte.

Als solches wurde schliesslich der in grossen Mengen natürlich vorkommende Dolomit ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$) erkannt. Wenn ausserdem die Ansichten über den reducirenden Einfluss des Kohlenoxydgases auf die Phosphorsäure zutreffend waren, so musste während der Entkohlung der Phosphorgehalt des Roheisens ziemlich unverändert bleiben und erst nach der Entkohlung abnehmen. Der Versuch lehrte die Richtigkeit der theoretischen Schlüsse.

Wenn unter Anwendung basischen Auskleidungsmateriales der Bessemerprocess eingeleitet wurde, so blieb, wie durch Schöpfproben festgestellt wurde, der Phosphorgehalt des Eisens nahezu constant, so lange die Entkohlung des Eisens andauerte. Wurde aber die Oxydation mittelst eingeblasener Luft (das Nachblasen) noch kurze Zeit fortgesetzt, so sank der Phosphorsäuregehalt rasch auf ein Minimum. Der Thomas-Gilchristprocess unterscheidet sich vom Bessemerprocess also wesentlich dadurch, dass eine basische Ausfütterung der Birne gewählt und dass die Entfernung des Phosphors durch Nachblasen erzielt wird.

Die geringen Nachteile, welche diesem Process noch anhaften, bestehen darin, dass der Eisenverlust (Abbrand) in Folge des Nachblasens etwas steigt. Der Abbrand beträgt beim Bessemerprocess etwa 12 Procent, beim Thomasprocess nicht unter 15 Procent. Dies kann aber den enormen Vortheilen gegenüber nicht in Betracht kommen. Deutschland wurde seit Einführung dieses Processes in die Lage versetzt, die enormen Eisenerzlager in Lothringen und Luxemburg zur Stahlbereitung auszubenten, umso mehr, als der Thomasstahl in seiner Qualität dem Bessemerstahl ungefähr gleichsteht. Ausserdem muss berücksichtigt werden, dass auch die abfallenden Schlacken (Thomaschlacken) ein für die Landwirthschaft wichtiges Material bilden, indem sie 10, 12, ja bis zu 15 Procent sehr billige Phosphorsäure enthalten.

Martin Stahl oder Flussstahl wird durch Zusammenschmelzen von Schmiedeeisen und weissem Roheisen gewonnen. Seine Darstellung ist erst dadurch möglich, dass man durch Anwendung der SIEMENS'schen Regenerativöfen so hohe Temperaturen erzeugen kann, dass Schmiedeeisen zum Schmelzen gebracht wird. Das ganze Verfahren spielt sich auf der Sohle eines Flammofens ab. Um aber der Oxydation des Schmiedeeisens möglichst vorzubeugen, wird eine Partie Roheisen zunächst eingeschmolzen und allmählig in die flüssige Masse, die nun von einer Schlackendecke geschützt ist, Schmiedeeisen eingetragen. Der gewünschte Kohlenstoffgehalt wird schliesslich durch Zufügung einer bestimmten Menge Roheisen erzielt. Die Bedeutung des Martinstahls liegt darin, dass er gestattet, alte schmiedeeiserne

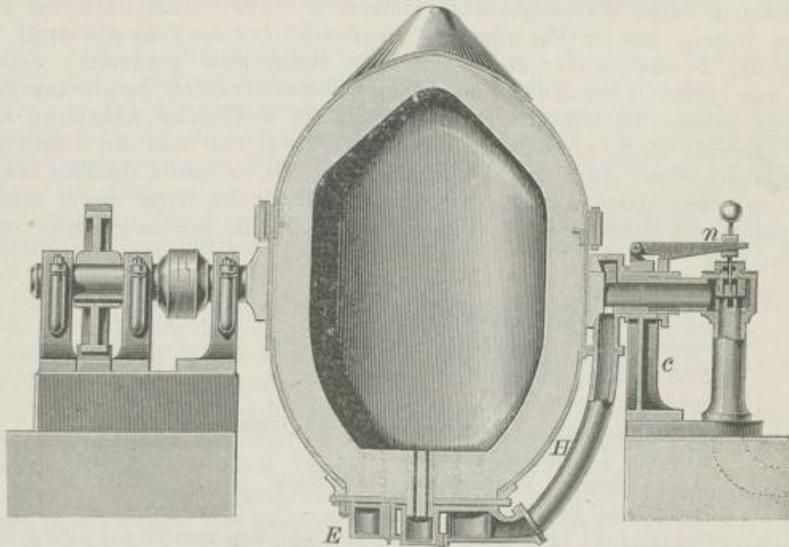
Gegenstände, z. B. Eisenbahnschienen etc., zu Stahl zu verarbeiten. Er dient zur Anfertigung von Maschinetheilen, namentlich auch von Gewehrläufen.

Uchatiusstahl steht dem vorigen sehr nahe. Ein sehr reines Roheisen wird mit Spateisensteinpulver beschickt und das Gemenge in Graphittiegeln geschmolzen.

Heatonstahl. Roheisen wird mit Natronsalpeter gefrischt. Der Natronsalpeter bewirkt als oxydirendes Mittel die Entkohlung des Eisens, vorhandener Schwefel, sowie Phosphor werden gleichzeitig verschlackt.

Damascenerstahl oder **Wootz**, das Material zur Darstellung der sogenannten Damascenerklingen, wird von den Eingeborenen Ostindiens als Specialität dargestellt, indem sie sehr reine Eisenerze mit dem zerkleinerten Holze von *Cassia auriculata* mengen und in Tiegeln erhitzen. Es tritt dabei oberflächliche Kohlung ein und der erhaltene Stahl wird wiederholt ausgeschmiedet. Er zeigt die Eigenthümlichkeit, beim Anätzen der Oberfläche mit Säuren eigenthümliche Aderung (Damascirung) erscheinen zu lassen, ein Vorgang, der sich dadurch erklären lässt, dass dieser Stahl nicht gleichmässig in seiner Masse ist, vielmehr aus kohlenstoffreicheren und -ärmeren Schichten besteht. Säuren lösen nun mehr

Fig. 102.



Bessemer-Birne oder Converter (zu pag. 622).

von dem kohlenstoffarmen Eisen auf, wodurch die Aderung hervortritt. Der künstliche Damascenerstahl, durch Zusammenschweissen von Eisen und Stahldraht und mehrfaches Umschmieden erhalten, gilt dem echten Damascenerstahl nicht als gleichwerthig. Er wird besonders zu Gewehrläufen verarbeitet.

Die Eigenschaften des Stahles sind natürlich den verschiedenen einzelnen Sorten entsprechend sehr verschieden. Im Allgemeinen aber nimmt er die Mitte ein zwischen Schmiedeeisen und Roheisen und charakterisirt sich dadurch, dass er schmelzbar, elastisch und härtbar ist. Auf diesen Eigenschaften beruht die ausgedehnte Verwendbarkeit des Stahls in der Industrie, die so weit geht, dass das Eisen täglich mehr in den Hintergrund gedrängt wird.

Die Structur des Stahles ist eine feinkörnige; seine Qualität ist in der Regel um so vorzüglicher, je feiner sein Korn ist. Das spezifische Gewicht bewegt sich in den Zahlen 7.62—7.92.

Besonders interessant und von hervorragender praktischer Wichtigkeit ist der Einfluss, den fremde Beimengungen, beziehungsweise Elemente, auf den Stahl, beziehungsweise bei verschiedenen Eisensorten ausüben. Zinn, Wolfram, Titan

und Chrom machen schon in kleinen Procentsätzen den Stahl sehr hart (daher wird Wolframstahl für Werkzeuge benutzt). Dagegen drücken sie die Schweissbarkeit herab. Zinn legirt sich ausserdem leicht mit Eisen, ein Umstand, auf welchem die ganze Weissblechfabrikation beruht. Arsen und Antimon vermindern die Festigkeit und machen rothbrüchig. Aluminium und Magnesium sollen die Festigkeit und Gussfähigkeit erhöhen. Calcium vermindert die Festigkeit und macht „hadrig“, das ist unschweisbar. Kupfer vermindert die Schweissbarkeit und kann bei einem Gehalt von 0.5 Procent schon Rothbruch erzeugen. Mangan befördert die Dünnflüssigkeit und vermittelt die Oxydation fremder Beimengungen.

Silicium wirkt Kohlenstoff ausscheidend und macht das Eisen leichter — aber dickflüssig. Es vermehrt etwas die Härte, vermindert aber die Festigkeit.

Phosphor vermindert die Elasticität und Festigkeit, vermehrt die Härte, macht dünnflüssig und spröde (kaltbrüchig).

Schwefel bewirkt schon in geringem Procentsatz Rothbrüchigkeit.

Eine andere wichtige Eigenschaft ist ferner die Härte des Stahls, welche auf dessen Gehalt an chemisch gebundenem Kohlenstoff zurückzuführen ist. Das Härten des Stahles geschieht in der Weise, dass man ihn in glühendem Zustande durch Einwerfen in kaltes Wasser ablöscht, wodurch er einen solchen Härtegrad anzunehmen vermag, dass er Glas ritzt und der Bearbeitung der Feile widersteht. Für die meisten Zwecke ist aber eine solche hohe Härte nicht erwünscht, vielmehr sucht man jedem Gegenstande eine seinen Gebrauchszwecken gerade angepasste Härte zu geben. Da sich dies auf dem Wege der modificirten Abkühlung kaum sicher erreichen lässt, so verfährt man in der Weise, dass man den betreffenden Gegenständen eine etwas grössere Härte gibt, als sie später definitiv besitzen sollen und dann durch Anlassen ihnen einen Theil der Härte wieder entzieht. Man richtet sich dabei nach den Anlauffarben, welche für bestimmte Temperaturen constant sind.

Es werden angelassen:

Lanzetten, kaum blassgelb	220°
Rasirmesser, blassgelb bis strohgelb	228°
Federmesser, strohgelb	232°
Scheeren, braun	254°
Aexle, Hobeleisen, Taschenmesser, purpurfarbig	265°
Klingen, Uhrfedern, hellblau	288°
Dolche, Bohrer, feine Sägen, dunkelblau	292°
Hand- und Lochsägen, schwarzblau	316°

Kleinere Gegenstände lässt man in der Weise an, dass man sie auf eine grössere erwärmte Metallunterlage bringt. Grössere Gegenstände werden in Metallbäder oder Oelbäder gebracht und so lange darin belassen, bis sie die Temperatur derselben angenommen haben.

Analyse der Roheisen-, Schmiedeeisen- und Stahl-Sorten.

Qualitative Prüfung.

Die angeführten Eisensorten enthalten folgende Körper, von denen der Werth des Handeiseisens vorzugsweise abhängt und auf deren Prüfung stets Rücksicht genommen werden muss.

I. In jeder Eisensorte vorhandene Körper:

Kohlenstoff 0.05—7 Procent,
Silicium Spuren bis 10 Procent (Legirungen ausgenommen),
Phosphor,
Schwefel,
Mangan bis zu 90 Procent in den Ferromanganen.

II. Seltener, respective absichtlich zugesetzte Bestandtheile:

Kupfer bis zu 0.5 Procent,
Kobalt,
Nickel,

Arsen in manchen Roheisensorten,
 Chrom bis 2 Procent im Chromstahl,
 Wolfram im Wolframstahl bis zu 9 Procent.

III. Bestandtheile von geringerer Bedeutung.

Blei,
 Antimon,
 Aluminium,
 Calcium,
 Magnesium,
 Alkalimetall,
 Stickstoff etc.

Eine ausführliche qualitative Prüfung der Eisensorten vor der quantitativen ist bei der meist übereinstimmenden Zusammensetzung kaum nöthig.

Die unter I angeführten Körper wird man in jeder Eisensorte finden; man hat dann höchstens noch auf Chrom, Kupfer und Wolfram zu prüfen.

Kohlenstoff. Salpetersäure von 1.2 spec. Gew. löst gebundenen C mit brauner Farbe auf.

Kieselsäure bleibt beim Eindampfen der schwefelsauren Lösung quantitativ zurück.

Phosphor. Die salpetersaure Lösung wird mit Ammoniak neutralisirt, wenn nöthig, filtrirt und mit Molybdänlösung gefällt; gelber Niederschlag.

Schwefel. Ein angefeuchteter Silber- oder Bleipapierstreifen schwärzt sich beim Eintauchen in die salzsaure Lösung; oder Eindampfen mit Salpetersäure, Aufnehmen mit verdünnter Salpetersäure, Versetzen mit Baryumnitrat, weisser Niederschlag von Baryumsulfat.

Mangan. Mit der circa sechsfachen Menge eines Gemisches von Soda und Salpeter auf dem Platinblech zusammengeschmolzen, entsteht eine grüne Schmelze von Kaliummanganat.

Chrom. Salpetersaure Lösung durch Ammoniak gefällt; Niederschlag von Chromhydroxyd mit Soda und Salpeter geschmolzen; die gelbe Schmelze mit Wasser extrahirt und mit Essigsäure und essigsaurem Baryum versetzt, gibt citronengelben Niederschlag von Baryumchromat.

Kupfer. Die salzsaure Lösung wird heiss mit Schwefelwasserstoff übersättigt, das Schwefelkupfer mit Filter verascht, in Salpetersäure gelöst und mit Ammoniak versetzt. Blaufärbung durch Bildung von Kupferoxydammoniak.

Wolfram. Beim Behandeln des Eisens mit Königswasser bleibt Wolfram mit der Kieselsäure als gelbe Wolframsäure zurück und kann durch Prüfung vor dem Löthrohr nachgewiesen werden (gelbe Boraxperle und blaue, bei Gegenwart von Eisen rothe Phosphorsalzperle in der Reductionsflamme).

Quantitative Untersuchung.

Die Probeentnahme geschieht entweder mit Hilfe einer harten englischen Feile, so bei grauem Roheisen und den meisten Sorten schmiedbaren Eisens, oder durch Zerstoßen in einem ausgedrehten Mörser aus hartem Gussstahl, so bei dem weissen Roheisen.

Damit die Probe auch die durchschnittliche Zusammensetzung des Eisenstücks besitzt, muss man sie möglichst gleichmässig von dem ganzen Querschnitte einer Roheisensubstanz oder eines Gusseisenstücks abtrennen und nicht etwa nur von den Aussenflächen entnehmen.

Graues Roheisen ist nämlich meistens am Umfange, also an den rasch erkalteten Stellen, kohlenstoffreicher und nach der Mitte zu siliciumreicher; schmiedbares Eisen ist am Umfange gewöhnlich kohlenstoffärmer als in der Mitte.

Bei der quantitativen Untersuchung der Eisensorten handelt es sich meist nur um Bestimmung der wesentlichen oder schädlichen Bestandtheile: Kohlenstoff, Silicium, Schwefel, Phosphor, Mangan.

Die für die einzelnen Bestimmungen in Arbeit zu nehmenden Mengen richten sich natürlich nach dem ungefähren Gehalt, den man in den zu bestimmenden Eisensorten vermuthet, also danach, ob man eine Bestimmung in Roheisen oder Schmiedeeisen, respective Stahl vorzunehmen hat.

Es ist gebräuchlich, für praktische Untersuchungen folgende Mengen anzuwenden.

Für die Bestimmung von	bei Roheisen	bei Stahl
Silicium	2.5 g	5 g
Mangan	2 g	5 g
Kohlenstoff	2.2—2.5 g (Verbrennung)	0.2 g (nach Eggertz) 5 g (Verbrennung)
Phosphor	5 g	5 g
Schwefel	10 g	10—20 g
Kupfer	10 g	10 g

Bestimmung des Kohlenstoffs.

In den meisten Fällen handelt es sich in der Technik um Bestimmung des Gesamtkohlenstoffs; selten wird eine getrennte Bestimmung des gebundenen (amorphen) und graphitartigen Kohlenstoffs vorgenommen.

Die einfachste Methode, vorzugsweise geeignet für Untersuchung graphitarmer Eisensorten — also insbesondere des Stahls — ist die EGGERTZ'sche oder colorimetrische Kohlenstoffprobe.

Das Princip dieser in Rücksicht auf die Einfachheit der erforderlichen Apparate für häufig wiederkehrende Kohlenstoffbestimmungen, z. B. auf Stahlwerken, besonders geeigneten Methode besteht darin, dass die gebundenen Kohlenstoff enthaltenden Eisensorten bei der Behandlung mit chlorfreier Salpetersäure von 1.2 spec. Gew. eine gefärbte Lösung ergeben, deren Farb-Intensität proportional ist der Menge des gelösten Kohlenstoffs.

Hat man nun eine Normaleisensorte, deren Gehalt an gebundenem Kohlenstoff durch wiederholte Verbrennung oder sonstige Kohlenstoffbestimmung bekannt ist — meist eine Stahlsorte mit 0.9—1.1 Procent gebundenem Kohlenstoff — so kann man leicht durch Verdünnen der Lösung mit Salpetersäure von 1.2 spec. Gew. bis zur Uebereinstimmung des Farbentons den Kohlenstoffgehalt nach der Anzahl der Cubikcentimeter in Relation bringen.

Man verfährt zweckmässig in der Weise, dass man sowohl von dem „Normalstahle“, als auch von dem zu untersuchenden Eisen genau 0.1 g abwägt, die Proben in gewöhnlichen Reagireylindern tropfenweise mit Salpetersäure von 1.2 spec. Gew. versetzt, bis auf erneuten Zusatz kein Aufschäumen mehr eintritt und dann beide Reagirgläschen in ein mit Wasser gefülltes Becherglas bringt. Die Temperatur des Wassers muss stets auf 80° erhalten werden.

Durch weiteren Zusatz von kleinen Säuremengen erzielt man nach 2 bis 3 Stunden fast vollständige Lösung. Man prüft genau, indem man die Lösung gegen das Licht hält, ob keine Gasblasen mehr aufsteigen, kühlt dann die Reagirgläschen rasch ab, füllt vorerst die Lösung des Normalstahles in einen graduirten Cylinder und verdünnt mit destillirtem Wasser die Flüssigkeit auf so viel Cubikcentimeter, als der Normalstahl Zehntelprocente gebundenen Kohlenstoff enthält, z. B. bei einem Normalstahl von 1 Procent C auf 10 cem.

In einen zweiten an Durchmesser und Wandstärke mit dem ersten genau übereinstimmenden Cylinder bringt man die Lösung des untersuchten Eisens und verdünnt nun über einem Bogen weissen Papiers auch die zweite Probe mit destillirtem Wasser so lange, bis eine durchaus gleiche Farbenintensität beider Lösungen erreicht ist. Das untersuchte Eisen enthält alsdann ebenso viel Zehntelprocente gebundenen Kohlenstoff, als die Lösung Cubikcentimeter enthält; wurde z. B., um die übereinstimmende Farbenintensität zu erreichen, die Lösung auf 8.3 cem verdünnt, so beträgt der Kohlenstoffgehalt 0.83 Procent.

Diese einfache Methode lässt sich nur bei Eisensorten mit gebundenem Kohlenstoff ausführen, da sich Graphit und chemisch ungebundener Kohlenstoff in Salpetersäure nicht lösen.

Unter den zahlreichen Methoden zur Bestimmung des Gesamtkohlenstoffs sind es hauptsächlich folgende zwei, die in der Praxis zur Anwendung kommen.

Die eine, die directe Verbrennungsmethode, beruht auf der Verbrennung des Eisens nebst Kohlenstoff im Sauerstoffstrom und Auffangen der entweichenden Kohlensäure im LIEBIG'schen Kaliapparate in ganz analoger Weise wie bei jeder anderen Verbrennung einer Kohlenstoffverbindung.

Da sich manche Eisensorten nach dieser Methode nicht zersetzen lassen, die Ausführung auch etwas umständlich ist, führt man in der Praxis die Zersetzung des Eisens meistens durch Kupferammoniumchlorid aus.

Diese zweite, die MC. CREATH-ULLGREN'sche Kupferammoniumchloridmethode, erfordert den einfachsten Apparat, den geringsten Aufwand an Reagentien und Feuerungsmaterial, liefert die zuverlässigsten Resultate und lässt sich bei allen Sorten des Handeiseisens anwenden, da sie alle durch Kupferammoniumchlorid zersetzt werden.

Kupferammoniumchlorid hat die Eigenschaft, bei gelindem Erwärmen Eisen quantitativ zu lösen und die Verbindungen und Beimengungen desselben, namentlich Schwefeleisen, Kohlenstoff und Silicium, intact zu lassen. Die Lösung erfolgt bei stetem Umrühren nach längstens 25 Minuten; man filtrirt über Asbest ab und bestimmt den Kohlenstoff in der gewöhnlichen Weise unter Verbrennung zu Kohlendioxyd.

In derselben Weise lassen sich manche Roheisensorten für die Silicium- oder Schwefelbestimmung vorbereiten.

Bei stark siliciumhaltigen oder wolframhaltigen Proben ist ein wiederholtes Eindampfen mit Königswasser nöthig; oft muss auch das Aufschliessen mit kohlen-saurem Natronkali und Salpeter zu Hilfe genommen werden, namentlich wenn bei der üblichen Schwefelbestimmungsmethode ein schwarzer Rückstand (in der Regel aus Kupfersulfid bestehend) hinterbleibt.

Bestimmung des Siliciums.

Man löst 1—3 g Eisen in Salpetersäure von 1.2 spec. Gew. auf und dampft zur völligen Trockne ein. Zu dem erkalteten Rückstand setzt man concentrirte Salzsäure, filtrirt, trocknet das Filter und glüht dasselbe sammt seinem Inhalte in einem Platintiegel bis zur möglichst vollständigen Verbrennung aller Kohle. Der Rückstand wird im Tiegel mit der fünffachen Menge Natriumkaliumcarbonat unter Zusatz von wenig Salpeter gemischt, allmählig erhitzt, zuletzt stark, bis die Gasentwicklung völlig aufgehört hat. Nach dem Erkalten der Schmelze und Aufweichen in Wasser setzt man im Becherglase Salzsäure bis zu stark saurer Reaction hinzu, dampft zur Trockne ein, befeuchtet den Rückstand wieder mit concentrirter Salzsäure, löst in Wasser und filtrirt die zurückbleibende Kieselsäure ab. Die erhaltene Kieselsäure wird in bekannter Weise geglüht und gewogen.

Bestimmung des Schwefels.

Man hat drei Methoden: die EGGERTZ'sche Schwefelprobe, die sogenannte Brommethode und die Eisenchloridmethode nach GINTL. Von diesen soll nur die Brommethode (nach JOHNSTON, CLASSEN u. A.) beschrieben werden, da sie sehr genaue Resultate gibt. Sie beruht darauf, dass die Eisenprobe unter Durchleiten von Wasserstoffgas, welches durch Waschen in Quecksilberchloridlösung von Schwefelwasserstoffgas gereinigt ist, in Salzsäure von 1.12 spec. Gew. gelöst wird. Der im Eisen enthaltene Schwefel wird als Schwefelwasserstoff verflüchtigt und gelangt durch ein Leitungsrohr in ein circa 600 mm langes und 20 mm weites, unten verengtes Glasrohr. Letzteres ist mit groben Glasperlen gefüllt und mit einem Hahntrichter versehen, durch welchen man eine Lösung von Brom in Salzsäure eintreten lässt, so dass die Glasperlen vollständig benetzt sind.

Das in das Glasrohr — WILL-VARRENTRAPP'sche Absorptionsrohr — eintretende Schwefelwasserstoffgas wird durch die Bromlösung zu Schwefelsäure oxydirt und als solche festgehalten. Die Operation ist beendet, wenn das Eisen vollständig gelöst ist und also selbst beim Erwärmen bis zum Sieden eine Gasentwicklung nicht mehr stattfindet. Man lässt alsdann die Bromlösung in einen Becherkolben

laufen, wäscht die Glasperlen mit destillirtem Wasser aus, dampft die Lösung im Wasserbade ein, bis nur die Schwefelsäure zurückgeblieben ist, verdünnt mit etwas Wasser, filtrirt von der aus dem Kohlenwasserstoff entstandenen kohligen Substanz ab und fällt in dem Filtrate die Schwefelsäure durch Baryumchlorid.

Bestimmung des Phosphors.

Bei den tief eingreifenden nachtheiligen Einflüssen, welche ein Phosphorgehalt des Eisens auf seine physikalischen Eigenschaften ausübt, ist die Ermittlung des Phosphorsäuregehaltes einer Eisensorte für die Bestimmung ihres Werthes und ihrer weiteren Verwendbarkeit von grosser Bedeutung. Die genauesten Resultate gibt die Ammoniummolybdat-Magnesiummethode nach SONNENSCHNEIN. Zur Ausführung derselben löst man 1 g Eisen in einem Gemisch von 6 cem Salpetersäure von 1.2 spec. Gew. und 6 cem Salzsäure, digerirt längere Zeit in der Wärme, dampft im Wasserbade unter Zusatz von etwas Ammoniumnitrat zur Trockne ein, erhitzt zur Zerstörung der organischen Substanz stark, nimmt mit verdünnter Salpetersäure auf, filtrirt und dampft die phosphorsäurehaltige, salpetersaure Lösung auf ein möglichst kleines Volumen ein (auf 1 g Erz höchstens 20 cem Flüssigkeit).

Als Fällungsflüssigkeit dient eine Lösung von 150 g Ammoniummolybdat in 1 l destillirtem Wasser, die man nach und nach in 1 l Salpetersäure von 1.2 spec. Gew. einträgt, einige Tage stehen lässt und filtrirt.

Die stark saure, concentrirte Eisenlösung versetzt man mit concentrirter Ammoniakflüssigkeit, ohne dass eine bleibende Trübung entsteht. Andererseits erwärmt man von der Ammoniummolybdatlösung circa 25 cem auf etwa 40° und setzt nun die ebenfalls auf dieselbe Temperatur erwärmte Eisenlösung in einzelnen Portionen unter Umrühren zu der Molybdänflüssigkeit. Alsdann lässt man 12 Stunden an einem warmen Orte (nicht über 45°) stehen, filtrirt, wäscht den gelben Niederschlag durch Decantiren mit einer verdünnten Ammoniumnitratlösung, der anfangs zur Entfernung des Eisens etwas Salpetersäure zugesetzt wird, aus, löst ihn dann in möglichst wenig Ammoniakflüssigkeit, giesst die Flüssigkeit durch das schon benutzte Filter, um die anhaftenden Theile zu lösen und wäscht mit verdünnter Ammoniakflüssigkeit aus. Die klare Flüssigkeit wird mit Salzsäure versetzt, nicht so viel, dass Trübung entsteht und dann mit Ammoniummagnesiumchloridlösung in geringem Ueberschuss versetzt. Nach zwölfstündigem Stehenlassen in der Kälte filtrirt man ab, wäscht aus mit verdünntem Ammoniak, trocknet, glüht und wägt in gewöhnlicher Weise den aus Magnesiumpyrophosphat bestehenden Niederschlag.

Schnell, aber auch ungenau, bestimmt man in der Technik den Phosphor volumetrisch, indem man den unter bestimmten Verhältnissen entstandenen Niederschlag von phosphormolybdänsaurem Ammonium in dazu bestimmten Spitzröhrchen dem Volum nach bestimmt und auf Phosphor berechnet.

Bestimmung des Mangans.

In den Eisenhütten wird Mangan zumeist durch Titrirung der Mangansalze mit Kaliumpermanganat nach der von J. VOLHARD modificirten GUYARD'schen Methode bestimmt. Man verfährt in der Weise, dass man eine Probe (5 g etwa) mit 80 cem Salpetersäure von 1.2 spec. Gew. und 100 cem verdünnter (1:3) Schwefelsäure zur Trockne verdampft und im Sandbade so lange erhitzt, bis Schwefelsäuredämpfe entweichen, wobei alles Eisen in Oxydsalz verwandelt und zugleich die Kieselsäure quantitativ abgeschieden wird. Man nimmt mit Wasser auf und filtrirt von der Kieselsäure ab. Im Filtrat wird durch ausgeglühtes und aufgeschlemmtes Zinkoxyd das Eisen vollständig ausgefällt, die eisenfreie Mangansulfatlösung eventuell noch mit etwas reinem Zinksulfat versetzt und verdünnt. Die mit Schwefelsäure schwach sauer gemachte Flüssigkeit wird kochend heiss mit Chamäleonlösung, die auf reines Eisen eingestellt ist, titrirt, wobei man das Zusammenballen des aus Manganopermanganat bestehenden Niederschlages durch Schütteln fördert. Das Ende der Titrirung ist erfolgt, wenn sich die Rosafärbung der Flüssigkeit dauernd erhält.

VOLHARD gibt eine Lösung von 3.833 g Kaliumpermanganat im Liter an. 1 cem derselben entspricht 0.002 Mangan.

Der Titer wird auf jodometrischem Wege festgestellt, indem das ausgeschiedene Jod durch Natriumthiosulfat zurücktitriert wird.

Bestimmung von Kupfer.

Zur Bestimmung kleiner Mengen Kupfer in Eisenerzen ist meist auf den Hütten eine einfache, zuerst von HEINE angegebene, später von JACQUELIN, HUBERT u. A. modifizierte, colorimetrische Methode in Gebrauch.

In die salzsaure heisse Lösung leitet man Schwefelwasserstoff ein, verascht den erhaltenen Niederschlag von Schwefelkupfer, löst wieder in Salpetersäure, filtriert, wäscht aus, versetzt das Filtrat mit Ammoniak im geringen Ueberschuss und verdünnt bis zu einem gewissen Volum. Die Farbenintensität der so erhaltenen Lösung vergleicht man mit einer in derselben Weise bereiteten Normallösung von bekanntem Gehalt. Man benutzt hierzu Batteriekupfer und stellt sich gleich mehrere derartige Normallösungen von verschiedenem Gehalt dar. Die Säuren in der Normal- und Probelösung müssen dieselben sein, zur Uebersättigung sind annähernd gleiche Ammoniakmengen anzuwenden.

Analysen von Eisensorten.

Procentgehalt an:	Grau- roheisen	Gusseisen	Weiss- roheisen	Spiegel- eisen	Bessemer- stahl	Martin- stahl
Chemisch gebundenem						
Kohlenstoff	0.556	0.576	3.492	4.086	0.368	0.2—1
Graphit	3.262	2.868	—	—	—	—
Silicium	1.358	1.971	0.110	0.243	0.172	0.3—0.4
Phosphor	0.128	0.027	0.062	0.220	0.044	0.02—0.1
Schwefel	0.027	0.018	0.029	0.018	0.015	0.01—0.02
Kupfer	0.020	0.025	Spuren	Spuren	0.037	0.006
Kobalt u. Nickel . . .	Spuren	0.083	Spuren	0.133	0.020	—
Mangan	1.264	2.823	1.728	2.75	0.417	0.3—0.8
Eisen	93.385	91.609	94.589	92.55	98.927	99 etwa

Reines Eisen erhält man am bequemsten durch Schmelzen von reinem Schmiedeeisen vor dem Knallgebläse im Kridetiegel, wobei die Verunreinigungen oxydirt und vom Tiegel aufgesogen werden. Es ist fast silberweiss, sehr weich und politurfähig und besitzt ein spezifisches Gewicht von 7.84. Technische Bedeutung hat es nicht. Als Ersatz von reinem Eisen dient für analytische Operationen bester Clavierdraht, welcher nur etwa 0.3 Procent fremde Bestandtheile enthält.

Elektrolysirtes Eisen. Durch Elektrolyse einer Lösung von Ferrosulfat und Ammonsulfat gewonnen, besitzt hellgraue Färbung und zeichnet sich durch krystallinische Structur, sowie grosse Härte aus. Es scheint jedoch kein reines Eisen zu sein, wenigstens sind in ihm einige Procente Stickstoff aufgefunden worden.

Passives Eisen. Bringt man Eisen kurze Zeit in concentrirte Salpetersäure und wäscht es dann in viel Wasser ab, so ist es passiv geworden, d. h. es löst sich nicht mehr in Säuren auf. Es gründet sich diese Erscheinung darauf, dass sich an der Oberfläche des Eisens eine Schicht von Eisenoxyduloxyd bildet. Man verwendet passiv gemachte Eisengegenstände zur Zeit vielfach zu Bauzwecken.

Literatur: Muspratt, Techn. Chemie. — v. Wagner, Chem Technologie. — Wenghöffer, Techn. Chemie. — Post, Techn. Analyse. — Roscoë, Lehrbuch der anorg. Chemie. — Kerl, Eisenhüttenkunde. — Beck, Geschichte des Eisens. — Wedding, Eisenhüttenkunde.
B. Fischer.

Eisen (*Ferrum*), *Fe*. Atomgewicht 56. Das Wort Eisen (gothisch *eisarn*, althochdeutsch *isarn*, engl. *iron*) scheint von dem Sanskritwort *ayas* (= *ars*, Erz) abzustammen. Die Alchemie widmete das Eisen dem *Mars*, weshalb es häufig mit diesem Namen oder dem Zeichen des Planeten Mars ♂ bezeichnet worden ist. Es ist in technischer Beziehung eines der wichtigsten Metalle und schon in den frühesten historischen Zeiten bekannt gewesen, auch ist es das verbreitetste aller Metalle, findet sich jedoch nur selten im gediegenen Zustande. Massen von metallischem Eisen meteorischen Ursprungs (Meteoreisen) finden sich zwar sparsam, doch weit verbreitet

über die Oberfläche der Erde und fallen noch heutzutage von Zeit zu Zeit als Meteorsteine aus dem Weltraum auf unsere Erde nieder. Eisenverbindungen sind sehr verbreitet, sie finden sich im Mineral-, Pflanzen- und Thierreiche. Die wichtigsten im Mineralreiche vorkommenden Eisenverbindungen sind, 1. *Hämatit*, Eisenoxyd, Fe_2O_3 , von welchem man zwei Modificationen, *Eisenglanz* und *Rotheisenstein*, unterscheidet. 2. *Brauneisenstein*, Eisenoxydhydrat, von welchem man je nach dem Wassergehalte *Pyrrhosiderit*, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ und den eigentlichen *Brauneisenstein*, $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ unterscheidet. Letzterer bildet im Gemenge mit Thon den gelben Thoneisenstein und das Bohnerz. 3. *Gelbeisenstein*, ein Eisenoxydhydrat von der Zusammensetzung $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$. 4. *Magneteisenstein*, Eisenoxyduloxyd, Fe_3O_4 . 5. *Spatheisenstein* oder *Sphärosiderit*, FeCO_3 . 6. *Schwefelkies* oder *Pyrit*, FeS_2 . 7. *Magnetkies*, Fe_3S_4 . Ferner macht *Schwefeleisen* einen sehr wesentlichen Bestandtheil im *Kupferkies*, $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$ und in dem *Arsenkies*, $\text{FeAs}_2 \cdot \text{FeS}_2$ aus. Eisenverbindungen finden sich ferner im Meer-, Quell- und Flusswasser, sowie in der Ackerkrume; aus dem Wasser und dem Erdboden gelangt das Eisen in die Pflanzen, woselbst es eine wesentliche Rolle als Bestandtheil des Chlorophylls spielt; aus dem Pflanzenreiche gelangt es auch in den thierischen Organismus, daselbst als Bestandtheil des Hämoglobins von grosser physiologischer Bedeutung. Das im Grossen gewonnene Eisen (s. Eisen, technisch), welches in drei verschiedenen Zuständen, als Gusseisen, als Stabeisen und als Stahl vorkommt, ist kein völlig reines Eisen, sondern enthält grössere oder kleinere Mengen anderer Körper, welche die Verschiedenheit der Eigenschaften dieser drei Arten des Eisens bedingen.

Das Gusseisen enthält mehrere Procent Kohlenstoff, ausserdem Silicium und Phosphor, der Stahl enthält ebenfalls Kohlenstoff, aber in geringerer Menge, und Stickstoff; das Schmiedeeisen enthält noch weniger Kohlenstoff, als der Stahl und auch nur Spuren anderer Körper. Ein fast vollkommen reines Eisen wird erhalten, wenn man Eisendraht, gemengt mit etwas Eisenoxyd im hessischen Tiegel unter einer Schicht von grünem Glase schmilzt. Der Sauerstoff des vorhandenen Eisenoxyds nimmt den Kohlenstoff aus dem Eisen fort, das überschüssige Oxyd löst sich in dem schmelzenden Glase auf. Auch durch Reduction von reinem Eisenoxyd mittelst Wasserstoffgas wird vollkommen reines Eisen gewonnen.

Das bei niederer Temperatur reducirte Eisen bildet ein schwarzes Pulver und ist in Folge seiner Porosität so pyrophorisch, dass es sich bei Zutritt der Luft entzündet und verbrennt. Das in höherer Temperatur reducirte Eisen hat diese Eigenschaft nicht und bildet eine grauweisse schwammige Masse.

Das durch Reduction von Eisenoxyd gewonnene Eisen ist unter dem Namen *Ferrum hydrogenio reductum officinell* (s. *Ferrum reductum*).

Bei der Reduction von Eisenoxyd mittelst Kohlenoxyd bei nicht zu heller Glühhitze gewinnt man reines Eisen als graue schwammige Masse, *Eisenschwamm*, welcher zum Filtriren von Trinkwasser vorgeschlagen ist und benutzt wird. Durch Glühen von Eisenchlorür in Wasserstoff wird reines Eisen in Blättchen oder Würfeln erhalten. Auch durch Elektrolyse erhält man reines Eisen. Das reine Eisen krystallisirt in regelmässigen Würfeln oder Octaëdern, ist bläulich grau, fast weiss, glänzend und sehr politurfähig, wird bei Rothgluth weich und lässt sich bei Weissgluth zusammenschweissen. Ueber den Schmelzpunkt hinaus erhitzt, wird es spröde. Der Schmelzpunkt ist nicht genau bestimmbar und wird zu 1550° , 1587° , 1600° und 1804° angegeben. Vom Magneten wird das Eisen angezogen, es wird auch durch Induction selbst magnetisch, verliert aber seine Polarität augenblicklich, sobald es vom Magneten entfernt wird. Im kohlenstoffhaltigen Eisen entwickelt sich der Magnetismus langsamer, hält aber auch nach Wegnahme des Magneten längere Zeit an.

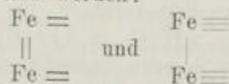
Bei gewöhnlicher Temperatur in vollkommen trockener Luft bleibt das Eisen unverändert, in feuchter, kohlenensäurehaltiger Luft wird es dagegen oxydirt, es rostet. Das Rosten des Eisens besteht in einer oberflächlichen Oxydation desselben, welche besonders leicht bei Gegenwart von Kohlensäure erfolgt. Unter dem Ein-

fluss von Kohlensäure, Sauerstoff und Wasser verwandelt sich das Eisen in kohlen-saures Eisenoxydul, welches durch weitere Aufnahme von Sauerstoff unter Ab-scheidung von Kohlensäureanhydrid in Eisenhydroxyd übergeht. Die Oxydation ist Anfangs eine träge, wird aber bald energischer, weil das entstandene Eisen-oxyd mit dem Eisen ein galvanisches Element darstellt, in welchem das Eisen elektropositiv ist. Auch bei der Berührung des Eisens mit Luft und Wasser, welches Säuren oder Salze enthält, tritt das Rosten leicht ein, dagegen verhindern ätzende und kohlen-saure Alkalien schon in sehr verdünnter Lösung das Rosten, auch lässt sich Eisen durch einen dünnen Ueberzug von Zink (galvanisches Eisen) oder von Zinn (Weissblech) vor dem Rosten schützen, weil das Eisen dem Zink und Zinn gegenüber elektronegativer ist. Auch Ueberzüge von Theer, Graphit, Farbe und neuerdings solche von Eisenoxyduloxyd, welche man durch Erhitzen des Eisens in Wasserdampf bei 650° darstellt, werden zum Schutze des Eisens vor dem Rosten benutzt.

Erhitzt man Eisen an der Luft, so überzieht es sich mit einer schwarzen Schicht von Eisenoxyduloxyd (Hammerschlag).

Das Eisen verbindet sich leicht mit den Halogenen; auch mit Phosphor und Arsen vereinigt es sich, desgleichen mit Kohlenstoff und Silicium bei hoher Temperatur. Das technisch gewonnene Eisen bildet Verbindungen des Eisens mit dem Kohlenstoff (s. oben). Mit vielen Metallen bildet das Eisen Legirungen (s. Eisen-legirungen). In verdünnten Säuren (Salzsäure und Schwefelsäure) wird es unter Entwicklung von Wasserstoff gelöst; concentrirte Schwefelsäure wirkt nicht in der Kälte, sondern nur in der Hitze unter Entwicklung von Schwefligsäure-anhydrid und Bildung von schwefelsaurem Eisenoxyd ein. Verdünnte Salpetersäure löst das Eisen bei gewöhnlicher Temperatur zu salpetersaurem Eisenoxydul, beim Erwärmen zu salpetersaurem Eisenoxyd. Dagegen greift concentrirte Salpetersäure das Eisen nicht an, sondern verwandelt es an seiner Oberfläche in eine „passive“ Modification. Dieses „passive“ Eisen wird von verdünnter Säure nicht gelöst und fällt aus einer Kupfervitriollösung kein metallisches Kupfer aus. Die Ursache für dieses eigenthümliche Verhalten wird von einer Seite in einer dünnen Oxydschicht, von anderer Seite in einer Gasschicht oder einem elektrischen Zustande gesucht. Von kohlen-säure- und luftfreiem Wasser wird Eisen nicht angegriffen, in luft-haltigem Wasser oxydirt es sich zu Eisenhydroxyd. Bei erhöhter Temperatur zersetzt Eisen das Wasser, und zwar wird nach den Angaben von HALL und GUMBOUT Wasser durch fein gepulvertes Eisen schon bei Siedetemperatur zersetzt. Bei Roth-gluth wird Wasser durch Eisen unter Entwicklung von Wasserstoff zersetzt, wobei Eisenoxyduloxyd entsteht; umgekehrt werden Eisenoxyduloxyd, sowie Eisenoxyd beim Erhitzen in einer Atmosphäre von Wasserstoff unter Bildung von Wasser zu metallischem Eisen reducirt (s. *Ferrum reductum*).

Unter dem Namen *Ferrum pulveratum* (*Limatura ferri*, *Ferrum praeparatum*) kommt gepulvertes Eisen in der Medicin als Heilmittel zur Anwendung, welches aus reinen rostfreien Eisenfeilspänen durch mechanisches Zerreiben, Absieben und Beuteln erhalten wird (s. *Ferrum pulveratum*). Das Eisen ist ein vier-werthiges Element, welches in seinen Verbindungen jedoch zwei- und dreiwerthig auftritt, indem je zwei Atome Eisen entweder durch zwei oder nur durch eine Affinitätseinheit zusammengehalten werden:

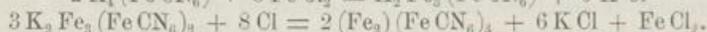
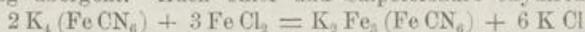


Die Verbindungen, in welchen das Eisen zweiwerthig auftritt, nennt man Eisen-oxydul- oder Ferroverbindungen, diejenigen, in welchen es als dreiwerthiges Metall fungirt, Eisenoxyd- oder Ferriverbindungen. Dass in den Eisenoxydverbindungen wirklich 2 Atome Eisen im Moleküle vorhanden sind, ergibt sich aus der speci-fischen Wärme des Metalles und dem spec. Gew. des Eisenchloriddampfes. Die Molekulargröße der Eisenoxydulverbindungen ist bislang nicht ermittelt worden, doch ist anzunehmen, dass auch diese im Moleküle wenigstens 2 Atome Eisen

enthalten. Man drückt solches allerdings meist in den Formeln nicht aus, sondern halbirt die betreffenden Formeln, schreibt also FeCl_2 (Eisenchlorür) statt Fe_2Cl_4 , FeO (Eisenoxydul) statt Fe_2O_2 . Die Eisenoxydulsalze erleiden an der Luft eine allmähige Oxydation zu Eisenoxydsalzen.

H. Beckurts.

Eisen, analytisches Verhalten. I. Erkennung der Eisenverbindungen. In neutralen oder sauren Lösungen ist das Eisen als Oxydul oder als Oxyd enthalten oder entsprechend als Chlorür, Chlorid, Bromür, Bromid etc. Die Eisenoxydulsalze werden aus ihren wässrigen Lösungen durch Schwefelammonium als schwarzes hydratisches Schwefeleisen, welches sich leicht in Säuren löst und an der Luft oxydirt, gefällt. Sehr verdünnte Eisenlösungen werden von Schwefelammonium grün gefärbt. Aetzalkalien und Ammoniak fällen Eisenoxydhydrat ($\text{Fe}[\text{OH}]_2$) als weissen, sich fast augenblicklich an der Luft in Folge der Oxydation grün und dann braun färbenden Niederschlag. Ferrocyanium fällt einen weissen Niederschlag ($\text{K}_2\text{Fe}_3[\text{FeCN}_6]_2$), welcher sich, wie alle Eisenoxydulverbindungen, an der Luft schnell oxydirt, wobei es sich blau färbt und in die Oxydverbindung übergeht. Auch Chlor und Salpetersäure oxydiren denselben.



Ferrieyanidium gibt einen blauen Niederschlag (Turnbulsblau), welcher die Zusammensetzung $\text{Fe}_3(\text{Fe}_2)(\text{CN})_{12}$ besitzt und als Eisenoxydulsalz der Ferrieyanwasserstoffsäure aufzufassen ist.

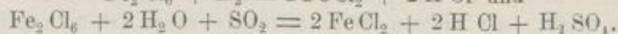
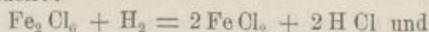
Aus Eisenoxydsalzlösungen fällen Aetzalkalien und Ammoniak Eisenoxydhydrat ($\text{Fe}_2[\text{OH}]_6$), welches im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslich ist. Organische Säuren hindern die Bildung des Niederschlages. Kohlensaures Baryum fällt in der Kälte Eisenoxydhydrat ($\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 3\text{BaCO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2[\text{OH}]_6 + 3\text{BaCl}_2 + 3\text{CO}_2$); Schwefelammonium schwarzes Schwefeleisen (FeS).

Schwefelwasserstoff reducirt die Eisenoxydsalze zu Eisenoxydulsalzen: $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{S}$. Essigsäures Natrium bewirkt rothbraune Färbung, welche von dem gebildeten essigsäuren Eisen ($\text{Fe}_2[\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2]_6$) herrührt. Dieses zersetzt sich beim Kochen unter Abscheidung von unlöslichem basisch essigsäurem Eisen, einem rothbraunen Niederschlage, dessen Bildung zur Trennung des Eisens von dem Mangan und Zink in der analytischen Chemie benutzt wird. Rhodankalium bewirkt eine dunkelrothe Färbung in Folge der Bildung von Rhodaneisen ($\text{Fe}_2[\text{CNS}]_6$), Ferrocyanium eine blaue Fällung (Berlinerblau). Bei Spuren von Eisen wird eine grüne Flüssigkeit erhalten, in welcher sich nach und nach ein blauer Niederschlag bildet. Die Reaction der Bildung von Berlinerblau ist: $3\text{K}_1\text{FeCN}_6 + 2\text{Fe}_2\text{Cl}_6 = (\text{Fe}_2)_2(\text{FeCN}_6)_3 + 12\text{KCl}$. In Salzsäure ist Berlinerblau unlöslich, Kalilauge zerlegt es unter Bildung von Eisenhydroxyd und Ferrocyanium: $(\text{Fe}_2)_2(\text{FeCN}_6)_3 + 12\text{KOH} = 3\text{K}_1\text{FeCN}_6 + 2\text{Fe}_2(\text{OH})_6$.

Roths Blutlaugensalz erzeugt keinen Niederschlag, sondern bewirkt nur eine dunkelbraune Färbung der Flüssigkeit. Gerbsäure bewirkt in neutralen Lösungen eine tiefblauschwarze Trübung. Die Eisenoxydulsalze können durch Oxydation mit Salpetersäure oder mit Chlor in Eisenoxydsalze umgewandelt werden. Behufs Oxydation mit Salpetersäure fügt man zu der Lösung des Eisenoxydulsalzes, welche am besten irgend eine andere freie Säure (Salzsäure oder Schwefelsäure) enthält, tropfenweise concentrirte Salpetersäure, bis die Flüssigkeit gelbbraun geworden ist: $6\text{FeCl}_2 + 6\text{HCl} + 2\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$.

Bei Abwesenheit freier Säure werden basische, meist unlösliche Eisenoxydsalze gebildet. Um mit Chlor zu oxydiren, säuert man die Lösung des Eisenoxydulsalzes mit Salzsäure an und fügt kleine Mengen chloressigsaures Kalium hinzu. Die Salzsäure wird in Wasser und Chlor zerlegt, wobei das letztere das Eisenoxydulsalz in Eisenoxydsalz überführt: $6\text{FeCl}_2 + 6\text{HCl} + \text{KClO}_3 = 3\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{KCl}$. Auch kann man Eisenoxydulsalze mit Kaliumpermanganat in saurer Lösung in Oxydsalz überführen, worauf eine volumetrische Bestimmung des Eisens gegründet ist. Umgekehrt werden Eisenoxydsalze durch Wasserstoff im

status nascendi (Zink und Salzsäure) oder auch durch Schwefligsäureanhydrid zu Eisenoxydulsalzen reducirt:

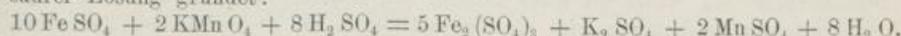


Die Anwesenheit von Eisenoxydul- und Eisenoxydverbindungen verlangen bei ihrer gleichzeitigen Gegenwart zwei Versuche; man prüft mit rothem Blutlaugensalz auf Eisenoxydul-, mit gelbem Blutlaugensalz auf Eisenoxydsalze. Tritt in beiden Versuchen ein blauer Niederschlag ein, so bekundet dieser die Anwesenheit von Eisenoxydul und Eisenoxyd.

Das Eisen gehört nach seinem bei der qualitativen Analyse in Betracht kommenden Verhalten mit dem Kobalt und Nickel, dem Aluminium, Chrom, Zink und Mangan zu der sogenannten III. Gruppe (Eisengruppe). Die Glieder dieser Gruppe werden durch Schwefelwasserstoff aus saurer Lösung nicht gefällt, da ihre Schwefelverbindungen in verdünnten Säuren löslich sind, wohl aber werden sie durch Schwefelwasserstoff in alkalischer Lösung oder durch Schwefelammonium in Form von Hydroxyden oder als Sulfide niedergeschlagen.

Von dem Kobalt und Nickel unterscheidet sich das Eisen durch die leichte Löslichkeit der Schwefelverbindung in kalter fünfprocentiger Salzsäure, von dem Zink und Mangan durch die Fällbarkeit mit frisch gefälltem kohlensaurem Baryum als Eisenhydroxyd, sofern es in der Oxydform vorliegt, von dem Aluminium und Chrom durch die Unlöslichkeit des Hydroxyds in kalter Natronlauge.

II. Quantitative Bestimmung. Um die quantitative Bestimmung des Eisens in den Eisenoxydulsalzen auszuführen, führt man diese in Eisenoxydsalze über und fällt aus diesen das Eisen als Eisenoxydhydrat (s. unten). Die Oxydation geschieht durch Hindurchleiten von Chlor oder durch Zusatz von chlorsaurem Kalium und Salzsäure (s. oben), auch durch Kochen mit Salpetersäure. Man kann aber das Eisen in den Eisenoxydulverbindungen auch direct auf maassanalytischem Wege bestimmen. Man bedient sich der Methode von MARGUERITE, welche sich auf die Oxydation der Eisenoxydulsalze zu Oxydsalzen mit Kaliumpermanganat in saurer Lösung gründet:



Das Eisen muss als Sulfat vorhanden und Schwefelsäure muss im Ueberschuss zugegen sein. Salzsäure darf nicht anwesend sein, da diese das Kaliumpermanganat unter Entwicklung von Chlor zersetzt. Diese Zersetzung kann man verhindern, wenn man der salzsauren Lösung eine Lösung von schwefelsaurem Mangan hinzusetzt. Fügt man zu einer so beschaffenen Lösung des Eisenoxydulsalzes Kaliumpermanganatlösung, so verschwindet die carmoisinrothe Farbe derselben sofort und wird nach weiterem Zusatze erst sichtbar, wenn alles Eisenoxydulsalz in Eisenoxydsalz übergeführt ist. Das Auftreten der rothen Farbe und das Sichtbarbleiben derselben während einiger Minuten zeigt die Beendigung der Reaction an. Die Ausführung der Bestimmung geschieht in der Weise, dass man zu der Lösung des Eisenoxydulsalzes so lange von der titrirten Kaliumpermanganatlösung setzt, bis der letzte hinzugesetzte Tropfen eine dauernde Rosafärbung hervorruft. Die Menge des Eisens x ist $= n \text{CC} \times t$, wobei n die verbrauchte Anzahl cc Kaliumpermanganatlösung und t der Titre der Lösung ist.

Der Titre der Kaliumpermanganatlösung, einer Lösung willkürlicher Concentration, wird mittelst einer Lösung von Oxalsäure (HEMPEL), welche dabei in Kohlensäure und Wasser zerfällt, oder mit schwefelsaurem Eisenoxydulammon $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ (MOHR), oder endlich mit einer frisch bereiteten Lösung von feinem Claviersaitendraht in verdünnter Schwefelsäure (MARGUERITE) festgestellt. Die Auflösung des metallischen Eisens geschieht in einem Strome eines indifferenten Gases (Kohlensäure), oder in einem mit Ventil versehenen Kölbchen, welches dem entweichenden Wasserstoff den Austritt, nicht aber den Eintritt der Luft von aussen gestattet. 0.1 g reinsten Eisendrahtes ($= 0.7$ g schwefelsaurem Eisenoxydulammon und $= 0.1125$ g Oxalsäure) gebraucht nach seiner Auflösung in verdünnter Schwefelsäure 0.056428 g Kaliumpermanganat zur Oxydation.

Die quantitative Bestimmung des Eisens in den Eisenoxydverbindungen geschieht durch Fällen als Hydroxyd mit Ammoniak und Ueberführung desselben in Oxyd durch Glühen. Der rothbraune Niederschlag von Eisenhydroxyd wird nach dem Absetzen filtrirt, mit heissem Wasser ausgewaschen, alsdann getrocknet und darauf nach dem Verbrennen des Filters in der Platinspirale anfangs schwach, schliesslich stark geglüht. 160 Th. Eisenoxyd (Fe_2O_3) entsprechen 112 Th. Eisen. Um Eisen als Ferrosulfid zu bestimmen, neutralisirt man die Lösung mit Ammoniak, setzt Salmiak und Schwefelammonium hinzu, lässt darauf den Niederschlag in mässiger Wärme unter möglichstem Abschluss der Luft absetzen, um eine Oxydation des Schwefeleisens zu verhindern, sammelt darauf den Niederschlag auf einem Filter und wäscht ihn mit Schwefelammonium haltendem Wasser aus. Nach dem Trocknen glüht man das Ferrosulfid in einem gewogenen Tiegel unter Zusatz von etwas Schwefel im Wasserstoffstrome. 88 Th. $\text{FeS} = 56$ Th. Eisen. Auch kann man das Eisensulfür in Salzsäure lösen und in der erhaltenen Lösung das Eisen nach Verjagung des Schwefelwasserstoffes auf volumetrischem Wege nach MARGUERITE bestimmen.

Um in Eisenoxydsalzlösungen nach dieser Methode das Eisen maassanalytisch zu bestimmen, werden dieselben mit eisenfreiem Zink und verdünnter Schwefelsäure versetzt, so dass eine Wasserstoffentwicklung eintritt, wodurch das Eisenoxyd zu Eisenoxydulsalz — leicht zu erkennen an der Entfärbung der Lösung — reducirt wird. Die reducirte Flüssigkeit wird sodann mit Kaliumpermanganatlösung titrirt.

Soll die Menge des Eisenoxyduls und Eisenoxyds in einer Verbindung bestimmt werden, so erhält man bei Befolgung dieser Methode beim directen Titriren die Menge des Eisenoxyduls, durch Reduction und darauffolgendes Titriren die gesammte Eisenmenge; aus der Differenz ergibt sich dann leicht die Menge des Eisenoxyds.

Auch mit Jodkalium kann man die Eisenoxydsalze reduciren. Eisenchlorid und Jodkalium setzen sich in mässiger Wärme gemäss der Gleichung: $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 2\text{KJ} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{J}_2$ in Eisenchlorür, Chlorkalium und Jod um. Das ausgeschiedene Jod wird mit einer Lösung von Natriumthiosulfat bestimmt. Zur Ausführung der Bestimmung wird die Eisensalzlösung mit überschüssigem Jodkalium in einem verschlossenen Gefässe etwa eine Stunde digerirt; nach dem Erkalten versetzt man die Mischung mit etwas Stärkelösung und darauf mit so viel $\frac{1}{10}$ -Normalnatriumthiosulfatlösung, bis die blaue Farbe der Jodstärke verschwunden ist. 1 cem $\frac{1}{10}$ -Normalnatriumthiosulfatlösung ist $= 0.0127$ g Jod $= 0.0056$ g Eisen $= 0.0072$ g Eisenoxydul $= 0.008$ g Eisenoxyd.

Bequem ist auch die Reduction des Eisenoxyds mittelst Zinnchlorür und Rückmessung des Ueberschusses an letzterem mittelst Jodlösung. Die Methode beruht auf der Reduction des Eisenchlorids in kochender Lösung mittelst Zinnchlorür gemäss der Gleichung: $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + \text{SnCl}_2 = 2\text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$ und Zersetzung eines Ueberschusses an Zinnchlorür durch Jodlösung: $\text{SnCl}_2 + 2\text{HCl} + 2\text{J} = \text{SnCl}_4 + 2\text{HJ}$.

Die Methode erfordert als Probeflüssigkeiten 1. eine Eisenchloridlösung von bekanntem Gehalte, 2. eine Zinnchlorürlösung, deren Wirkungswerth gegen die ihrem Gehalte nach bekannte Lösung von Eisenchlorid festgestellt ist, und 3. eine Jodlösung, deren Verhältniss zur Zinnchlorürlösung bekannt ist.

Bezüglich der Trennung des Eisens von anderen gleichzeitig vorhandenen Metalloxyden ist zu bemerken, dass die Trennung von den Alkalien und alkalischen Erden, sowie von Magnesia, durch Fällen der in die Oxydform übergeführten Eisenverbindung als Hydroxyd bei Gegenwart von Chlorammonium durch Ammoniak ausgeführt wird, und dass durch Schwefelwasserstoff in saurer Lösung alle durch diesen fällbaren Metalle abgeschieden werden, während Eisen als Oxydulsalz im Filtrate der abgeschiedenen Schwefelmetalle verbleibt. Soll Eisen neben Thonerde bestimmt werden, so theilt man die auf ein bestimmtes Volum verdünnte Lösung in zwei gleiche Theile, fällt aus dem einen Theile Eisen und Aluminium als Hydroxyd gemeinschaftlich, sammelt dieses, wäscht aus, trocknet

und glüht und reducirt in dem anderen das Eisenoxyd zu Oxydul, bestimmt dieses mit Kaliumpermanganatlösung nach MARGUERITE. Aus der Differenz erfährt man die Menge der Thonerde. Vom Zink und Mangan trennt man das in der Oxydform vorhandene Eisen mittelst des basisch essigsauren Salzes. Die eventuell mit kohlen-saurem Natrium neutralisirte Lösung wird mit überschüssigem essigsaurem Natrium versetzt und die rothgewordene Lösung gekocht, bis der rothbraune Niederschlag des basisch essigsauren Eisens sich gut abgesetzt hat. Der Niederschlag wird abfiltrirt, ausgewaschen, geglüht und gewogen. Es hinterbleibt Eisenoxyd. Neben Chromoxyd bestimmt man das Eisenoxyd durch Fällen beider Oxyde mit Ammoniak, Auswaschen, Glühen und Wägen und darauffolgender Reduction im Wasserstoffstrome bei Glühhitze. Nur das Eisenoxyd wird reducirt, aus dem Gewichte nach dem Glühen im Wasserstoffstrome und dem beobachteten Gewichtsverluste kann man die Menge des Eisenoxyds berechnen. Von Mangan-, Nickel- und Kobaltoxydul kann man das Eisenoxyd auch durch Maceration mit frisch gefülltem kohlen-sauren Baryum trennen. Eisenoxydhydrat geht in den Niederschlag und kann nach Entfernung des Baryums mittelst Schwefelsäure leicht als solches bestimmt werden.

H. Beckurts.

Eisenbäder. Stahlbäder, werden bereitet, indem man 50—200 g *Tartarus ferratus* (in 1 l heissen Wassers gelöst) dem Bade zusetzt. Oder 50—200 g *Ferrum sulfuricum* oder 15—60 g *Liquor Ferri sesquichlorati* auf ein Bad. — Zu den kohlen-sauren oder moussirenden Eisenbädern liefern meist die Fabriken künstlicher Mineralwässer die Ingredientien; vielfach in Anwendung ist auch ein Gemenge von 1 Th. *Ferrum sulfuricum siccum*, 2 Th. Kochsalz und 3 Th. *Natrium bicarbonicum*, von welcher Mischung 150 g bis 200 g dem Bade zugesetzt werden. Vergl. ferner Bäder, Bd. II, pag. 107, Heilquellen und Mineralwasser.

Eisenbaum. Baumartige Gebilde von kiesel-saurem Eisen, welche sich bilden, wenn man Krystalle von Eisenchlorür in eine Lösung von Wasserglas legt. Das ursprünglich weisse Ferrosilicat geht in Folge fortschreitender Oxydation durch grün in das braune Ferrisilicat über.

Eisenbeize. Als Eisenbeize bezeichnet man solche Lösungen von Eisenoxydsalzen, welche durch ihr Eindringen in die Gewebefaser diese zur Aufnahme, resp. Einlagerung gewisser Farbstoffe befähigen, die sich ohne vorausgegangene Beizung auf der Faser nicht würden fixiren lassen. Von Eisensalzen werden dazu besonders verwendet das salpetersaure Eisen, das rohe holzessigsaure Eisen und das basisch-schwefelsaure Eisen.

Eisenblausäure, s. Ferrocy-anwasserstoff.

Eisenblumen = sublimirtes Eisenchlorid.

Eisenbraun ist eine Mineralfarbe, hergestellt durch Fällen von Eisenvitriol mit Kalkmilch und Erhitzen des aus Eisenoxydhydrat und schwefelsaurem Kalk bestehenden Niederschlages.

Eisenbromide. Man kennt das Eisenbromür, FeBr_2 , und das Eisenbromid, Fe_2Br_6 .

Eisenbromür bildet gelbe, blätterig krystallinische Massen, welche beim Ueberleiten von Bromdampf über glühendes, im Ueberschuss vorhandenes Eisen entstehen. Es löst sich leicht in Wasser und krystallisirt beim Eindunsten dieser Lösung in blassgrünen rhombischen Krystallen, welche nach der Formel $\text{FeBr}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ zusammengesetzt sind. Bei Ausschluss der Luft sublimirt es unzersetzt, an der Luft zersetzt es sich in flüchtiges Eisenbromid und Eisenoxyd.

Eisenbromid bildet dunkelrothe Krystalle, leicht zerfließlich an der Luft, auch löslich in Alkohol und Aether, und entsteht durch Glühen von Eisenbromür in überschüssigem Bromdampf oder durch Abdampfen einer wässerigen Lösung von Eisenoxydhydrat in Bromwasserstoffsäure.

H. Beckurts.

Eisenbrühe = Eisenbeize.

Eisencarbolat. Eine in der Photographie benutzte Lösung von 25 Th. Ferrosulfat und 1 Th. Phenol in 1000 Th. Wasser.

Eisencarburete sind Verbindungen des Eisens mit Kohlenstoff.

Eisenchamäleon. Ein aus Kaliumpermanganat und Eisenvitriol bestehendes Desinfectionsmittel.

Eisenchloride. Das Eisen verbindet sich mit dem Chlor in zwei Verhältnissen. Diese sind Eisenchlorür, FeCl_2 , und Eisenchlorid, Fe_2Cl_6 .

Eisenchlorür (Ferrochlorid), FeCl_2 . Entsteht in wasserfreiem Zustande durch Ueberleiten von trockenem Chlorwasserstoff über erhitztes Eisen oder durch Reduction von sublimirtem Eisenchlorid in einem Strom von trockenem Wasserstoffgas oder durch Erhitzen von überschüssigem Eisen in Chlorgas, wobei sich allerdings immer etwas Chlorid bildet.

Weisse blätterige, aus sechsseitigen Täfelchen bestehende Masse, welche bei Rothgluth schmilzt und in noch höherer Temperatur sublimirt, in Wasser und Alkohol leicht löslich ist, an der Luft zerfliesst und sich dabei allmählig zu einem Gemisch von Eisenoxyd und Eisenchlorid oxydirt: $6\text{FeCl}_2 + 3\text{O} = 2\text{Fe}_3\text{Cl}_6 + \text{Fe}_2\text{O}_3$. Das spec. Gew. ist = 2.528. Dampft man die Lösung des wasserfreien Chlorürs in Wasser, oder eine Lösung von Eisen in Salzsäure bei Luftabschluss ein, so erhält man bläulichgrüne, durchsichtige, an der Luft zerfliessliche monokline Krystalle von der Zusammensetzung $\text{FeCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ und dem Volumgewicht 1.93, welche an der Luft sich rasch unter Bildung basischer Salze oxydiren, und zerfließen. Sättigt man die wässrige Lösung des Eisenchlorürs mit Salzsäuregas, so scheiden sich feine Nadeln von der Zusammensetzung $\text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ aus, da das Chlorür in Salzsäure schwerer als in Wasser löslich ist.

Das Eisenchlorür findet arzneiliche Verwendung als wasserhaltiges Salz — s. *Ferrum chloratum siccum* — und als Lösung, s. *Liquor Ferri chlorati* und *Tinctura Ferri chlorati*.

Eisenchlorürchlorid, Ferroferriochlorid, $\text{Fe}_3\text{Cl}_8 + 18\text{H}_2\text{O}$ oder $\text{FeCl}_2 + \text{Fe}_2\text{Cl}_6$. Gelbe, zerfliessliche Krystallwarzen, bei 45° schmelzend, bei 50° Wasser und bei 90° auch Salzsäure verlierend. Bildet sich beim Auflösen von Eisenoxyduloxydhydrat in starker Salzsäure und Eindunsten über Schwefelsäure und Kalk.

Eisenchlorid. Eisenperchlorid, Eisensesquichlorid, Eisenblumen, Fe_2Cl_6 . Wasserfreies Eisenchlorid wird durch Ueberleiten von Chlor über mässig erhitztes Eisen oder Eisenchlorür erhalten, entsteht auch beim Ueberleiten von Chlorwasserstoffgas über glühendes amorphes Eisenoxyd.

Metallglänzende, in Regenbogenfarben spielende hexagonale Tafeln, welche unzerstet sublimiren, an der Luft zerfließen und in Wasser, Alkohol und Aether leicht sich lösen. Es absorbirt leicht Ammoniakgas, indem eine rothe, in Wasser leicht lösliche Masse entsteht, welche nach der Formel $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 \cdot 2\text{NH}_3$ zusammengesetzt und in Wasser mit rother Farbe löslich ist. Mit Phosphorpentachlorid gibt es einen braunen Körper, $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 2\text{PCl}_5$, beim Erhitzen mit den Dämpfen von Königswasser verbindet es sich mit dem Nitrosylchlorid zu einem zerfliesslichen, dunkelgefärbten Körper, der sich bei Luftabschluss ohne Zersetzung verflüchtigen lässt und nach der Formel, $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 2\text{NOCl}$ zusammengesetzt ist. Die durch Zerfließen der Krystalle an feuchter Luft erhaltene dunkelbraune Flüssigkeit war ehemals unter dem Namen *Oleum Martis per deliquium* oder *Liquor stypticus Lofi* officinell.

Krystallisirtes Eisenchlorid von der Formel $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 12\text{H}_2\text{O}$ erhält man durch Auflösen von 100 Th. Eisenchlorid in 63.5 Th. Wasser; die erhaltene syrupartige Lösung erstarrt alsbald zu einer gelben krystallinischen Masse des erwähnten Salzes. Dasselbe Salz bildet sich auch, wenn man eine Eisenchloridlösung (s. unten) nach Zusatz von Salzsäure eindampft und sodann die Flüssigkeit an einen kalten Ort stellt. Gelbe strahlig oder warzig krystallinische undurchsichtige Massen, in Wasser, Alkohol und Aether löslich, an der Luft zu einer rothbraunen Flüssigkeit

zerfliessend. Beim Erhitzen zersetzt es sich unter Entweichen von Salzsäure und Wasser, bis schliesslich wasserfreies Eisenchlorid sublimirt und Eisenoxyd zurückbleibt. — S. auch *Ferrum sesquichloratum crystallisatum*.

Dampft man eine, mit etwas Salzsäure versetzte Lösung von Eisenchlorid von 1.5 spec. Gew. bis zur Syrupdicke ein, so bildet sich ein Salz der Formel $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 5\text{H}_2\text{O}$, rothgelbe Tafeln, welche bei 31° schmelzen und an der Luft rasch und unter Erwärmen Wasser anziehen. Durch Abkühlen einer Lösung von dem spec. Gew. 1.5 erhält man ein Hydrat der Formel $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 6\text{H}_2\text{O}$.

Die Lösung des Eisenchlorids erhält man am besten durch Auflösen von Eisen in Salzsäure und Ueberführung der erhaltenen Eisenchloridlösung in Eisenchlorid durch Einleiten von Chlor oder Erhitzen mit Salpetersäure und Austreiben des überschüssigen Chlors oder der Salpetersäure in der Wärme. $2\text{FeCl}_2 + 2\text{Cl} = \text{Fe}_2\text{Cl}_6$ und $6\text{FeCl}_2 + 6\text{HCl} + 2\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$. In concentrirtem Zustande ist sie dunkelbraun und dickflüssig, in verdünntem gelb und dünnflüssig.

Beim Eindampfen zersetzt sich die Eisenchloridlösung unter Entweichen von Salzsäure und Bildung von Eisenoxychlorid, von welchem um so grössere Mengen gebildet werden, je weiter das Eindampfen der neutralen Lösung fortgesetzt wird. Auch durch blosses Erwärmen zersetzt sich die Lösung in Eisenhydroxyd und Salzsäure, und zwar erfolgt diese Zersetzung in concentrirten Lösungen bei höherer, in verdünnten bei niedriger Temperatur. Die Zersetzung macht sich durch Annahme einer dunkleren Farbe bemerkbar, welche aber beim Erkalten wieder verschwindet, indem Eisenchlorid regenerirt wird. Lösungen mit weniger als 4 Procent Eisenchlorid zersetzen sich schon unter 100° , auch bleibt die Färbung in der Kälte längere Zeit bestehen, diese wird sogar eine dauernde, wenn die Menge des gelösten Eisenchlorids weniger als 1 Procent beträgt. Im Lichte wird die Eisenchloridlösung in Eisenchlorür und Chlor zerlegt. Auch viele Metalle, so Eisen, Zink, Zinn, Arsen, Wismut, Blei, sodann auch Zinnchlorür, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff reduciren das gelöste Eisenchlorid zu Eisenchlorür. Organische Körper bewirken die Reduction namentlich im Lichte, die Lösung von Eisenchlorid in Aether-Weingeist entfärbt sich im Lichte, nicht im Dunkeln (s. *Tinctura Ferri chlorati aetherea*).

Mit Alkalichloriden bildet das Eisenchlorid Doppelverbindungen, welche nach der Formel $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 4\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ zusammengesetzt sind und schon durch wenig Wasser zerlegt werden.

Das Ammonium-Eisenchlorid, $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 4\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$, wird durch langsames Verdampfen einer Lösung von Chlorammonium und einer solchen von Eisenchlorid erhalten und bildet granatrothe Krystalle. Mit dem Namen *Eisensalmiak* wird ein Eisenchlorid enthaltender Salmiak bezeichnet, welcher durch Eindunsten einer mit Eisenchlorid versetzten Salmiaklösung erhalten wird (s. *Ammonium chloratum ferratum*).

Unter dem Namen *Flores Salis Ammoniaci martiales* war früher ein Eisensalmiak officinell, welcher durch Sublimation eines Gemenges von Eisenoxyd mit Salmiak dargestellt ward und auch aus einem mit Eisenchlorid vermischtem Salmiak bestand (s. *Liq. ferri sesquichlorati*).

Eisenoxychloride. Man unterscheidet lösliches und unlösliches Eisenoxychlorid. Die löslichen Oxychloride entstehen durch Auflösen von frisch gefälltem Eisenhydroxyd in wässriger Eisenchloridlösung oder durch Digestion von Salzsäure mit frisch gefälltem überschüssigem Eisenoxydhydrat. Die entstehenden dunkelrothen Flüssigkeiten enthalten je nach den angewandten Mengenverhältnissen Eisenoxychloride verschiedener Zusammensetzung. Es entstehen Verbindungen, welche auf 1 Molekül Eisenchlorid bis zu 20 Moleküle Eisenhydroxyd enthalten. Lösungen, welche auf 1 Molekül Eisenchlorid bis zu 10 Moleküle Eisenoxydhydrat enthalten, hinterlassen, bei 40° zur Trockne verdampft, lösliche Rückstände. Oxydreichere Lösungen geben beim Verdunsten Rückstände, die sich nicht völlig wieder auflösen. Ammoniak fällt aus diesen Lösungen das Eisen als Hydroxyd; beim Ver-

dünnen mit Wasser oder wenig Spiritus mischen sie sich klar, dagegen scheiden Säuren und viele Salze in gesättigten Lösungen Eisenhydroxyd aus.

Unlösliche Eisenoxychloride entstehen durch Oxydation von neutralem Eisenchlorür an der Luft oder von Eisenchlorür mit Salpetersäure, wenn weniger Salzsäure zugegen ist, als die Gleichung: $6 \text{FeCl}_2 + 6 \text{HCl} + 2 \text{HNO}_3 = 3 \text{Fe}_2 \text{Cl}_6 + 4 \text{H}_2 \text{O} + 2 \text{NO}$ verlangt. Gelbes unlösliches Oxychlorid entsteht auch beim längeren Kochen einer verdünnten Eisenchloridlösung. Dieses hat nach BÉCHAMP die Zusammensetzung $2 \text{Fe}_2 \text{Cl}_6 + 25 \text{Fe}_2 \text{O}_3 + 41 \text{H}_2 \text{O}$. Im Uebrigen besitzen die Oxychloride je nach Darstellung verschiedene Zusammensetzung und gelbe bis gelbbraune Farbe.

H. Beckurts.

Eisenchokolade wird zumeist mit *Ferrum reductum*, 5—10 Th. auf 1000 Th. *Chokolade* oder mit *Ferrum oxydatum saccharatum solubile*, 50 Th. auf 1000 Th. *Chokolade*, bereitet.

Eisencyanide. Eisencyanür und Eisencyanid sind in vollkommen reinem Zustande noch nicht dargestellt worden. Cyankalium erzeugt in den Lösungen der Eisenoxydulsalze einen gelbrothen Niederschlag, welcher nach FRESSENIUS aus *Eisencyanür* ($\text{Fe}[\text{CN}]_2$) besteht, stets aber wechselnde Mengen Cyankalium enthält. Wahrscheinlich verläuft die Reaction gemäss der Gleichung: $2 \text{FeSO}_4 + 5 \text{KCN} = 2 \text{K}_2 \text{SO}_4 + \text{KFe}_3 \text{CN}_5$, so dass der Niederschlag auf 4 Aeq. Eisencyanür 1 Aeq. Cyankalium enthält. Derselbe muss bei Abschluss der Luft ausgewaschen und getrocknet werden; an der Luft bläut er sich, indem durch Oxydation Berlinerblau entsteht. In Cyankaliumlösung löst er sich unter Bildung von Ferricyanalkalium; auch Kalilauge zerlegt ihn unter Bildung dieses Salzes und von Eisenoxydhydrat.

Wahrscheinlich ist auch das beim vorsichtigen Erhitzen von Ferrocyanammonium und Ferrocyanwasserstoffsäure zurückbleibende gelbe Pulver Eisencyanür.

Das *Eisencyanid*, $\text{Fe}_3 \text{CN}_6$, ist bis jetzt noch nicht bekannt. — S. auch *Ferro-* und *Ferricyanverbindungen*.

H. Beckurts.

Eisendoppelsalz ist *Ferrum sulfuricum ammoniatum*; s. d.

Eisenerze, s. unter Eisen, technisch.

Eisenextract. Ein officinelles Eisenpräparat, welches als wesentlichsten Bestandtheil äpfelsaures Eisenoxyduloxyd enthält. — S. unter *Extractum Ferri pomatum*.

Eisenfarben. Die natürlichen gelben bis gelbbraunen Ocker, die Umbra, Terra de Sienna verdanken ihre gelbbraune oder braune Farbe ihrem Gehalte an Eisenoxydhydrat, die dunkleren enthalten daneben noch Manganhyperoxydhydrat.

Die gebrannten Ocker haben entsprechend der Umwandlung des Eisenoxydhydrates in Eisenoxyd eine mehr röthlichbraune Farbe. Eine rothe Eisenfarbe ist ferner das bei der Fabrikation der rauchenden Schwefelsäure abfallende Eisenoxyd (*Caput mortuum*, Engelroth).

Von anderen anorganischen Eisenfarben wäre etwa noch das hauptsächlich aus kieselsaurem Eisenoxydul bestehende Veroneser Grün zu nennen.

Blaue Eisenfarben sind Berlinerblau und Turnbüllsblau.

Das Eisenoxyd gibt ferner mit einer grossen Anzahl von organischen Farbstoffen meist dunkelgefärbte Lacke. Der Alizarineisenoxydlack ist je nach der Verdünnung lila bis schwarz; Eisenbeizen färben sich mit Blauholz schwarz, mit Rothholz braun, mit gelben Pflanzenfarbstoffen schmutzig grün an. Benedikt.

Eisenfeile, vergl. *Ferrum limatum* und *Ferrum pulveratum*.

Eisenfluoride. Eisen verbindet sich mit dem Fluor in zwei Verhältnissen, zu *Eisenfluorür* und zu *Eisenfluorid*.

Eisenfluorür, $\text{FeF}_2 + 8 \text{H}_2 \text{O}$. Weisse Tafeln (BERZELIUS) oder grüne Prismen (BERZELIUS), welche beim Verdampfen einer Lösung von Eisen in wässriger Fluorwasserstoffsäure auskrystallisiren. Sie sind wenig löslich in Wasser,

leichter lösen sie sich in wässriger Fluorwasserstoffsäure. Beim vorsichtigen Erhitzen geben sie unter Verlust von Wasser wasserfreies Fluorür, FeF_2 , sofern die Luft keinen Zutritt hatte, im anderen Falle entsteht ein Gemenge von Eisenfluorid und Eisenoxyd. Das gelöste Eisenfluorür, mit Salpetersäure versetzt, gibt eine farblose Lösung, aus welcher beim Verdunsten ein Gemenge von Eisenfluorid und Eisenoxydnitrat sich abscheidet.

Eisenfluorid, $\text{Fe}_2\text{F}_6 + 9\text{H}_2\text{O}$, entsteht durch Auflösen von Eisenhydroxyd in Flusssäure oder durch Oxydation des in Flusssäure gelösten Eisenfluorürs mit Salpetersäure. Farblose, wenig lösliche Krystalle, die bei 100° 3 Moleküle Wasser verlieren, über 100° sich unter Entweichen von Fluorwasserstoff zersetzen. Ammoniak und Alkali zersetzen das Eisenfluorid nicht, es entstehen gelbe basische Salze. Ein wasserfreies Eisenfluorid entsteht durch Behandeln von geglühtem Eisenoxyd mit wässriger Fluorwasserstoffsäure. Mit Fluorammonium und den Fluoralkalimetallen vereinigt es sich zu schwer löslichen Doppelsalzen. Bekannt sind:

Ammonium-Eisenfluorid, $\text{Fe}_2\text{F}_6(\text{NH}_4\text{F})_4$; *Kalium-Eisenfluorid*, $\text{Fe}_2\text{F}_6 \cdot 4\text{KF} + \text{H}_2\text{O}$; *Natrium-Eisenfluorid*, $\text{Fe}_2\text{F}_6 \cdot 4\text{NaF} + \text{H}_2\text{O}$. H. Beckurts.

Eisengerbung. Das Gerben der Häute mit basisch schwefelsaurem Eisenoxyd ist eine besondere Abart der Weissgerberei. Das Garmachen der Häute geschieht dabei durch eine Lösung von Eisenvitriol, welcher nur genau so viel Salpetersäure zugesetzt ist, als zur vollständigen Oxydation unbedingt nothwendig ist.

Eisenhammerschlag, s. Eisenoxyduloxyd.

Eisenholz ist eine allgemeine Bezeichnung für ausserordentlich harte Hölzer ohne Rücksicht auf ihre Abstammung. Thatsächlich kommen in den verschiedensten natürlichen Pflanzenfamilien Eisenhölzer vor, aber es sind fast ausnahmslos tropische Arten. Am bekanntesten sind die Eisenhölzer der Leguminosen (*Acacia*, *Inga*, *Robinia*, *Pterocarpus*), Casuarineen, Sapotaceen (*Sideroxylon*, *Argania*, *Mimusops*, *Imbricaria*, *Labatia*), Myrtaceen (*Metrosideros*, *Eucalyptus*), Clusiaceen (*Mesua*), Rubiaceen (*Siderodendron*) u. a. m.

J. Moeller.

Eisenhut ist *Aconitum*. — **Eisenkraut** ist *Verbena*, auch *Veronica*.

Eisenjodide. Man hat das *Eisenjodür* von dem *Eisenjodid* zu unterscheiden.

Eisenjodür, FeJ_2 . Eisen und Jod verbinden sich leicht unter Wärmeentwicklung, wenn man Jod und Eisen entweder für sich oder unter Zusatz von Wasser zusammenbringt. Wasserfreies Eisenjodür erhält man, wenn man gepulvertes Eisen im Porzellantiiegel erhitzt und nach und nach kleine Mengen Jod zusetzt, so dass schliesslich ein Ueberschuss desselben vorhanden ist, worauf die geschmolzene Masse noch so lange erhitzt wird, bis keine Dämpfe von Jod mehr entweichen. Grünlichweisse, blätterige, in Wasser leicht lösliche Masse. Aus der wässerigen Lösung, welche durch Digeriren von 1 Th. Eisenfeilspäne mit 3–4 Th. Jod und Wasser dargestellt wird, können hellgrüne Krystalle, welche der Formel $\text{FeJ}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ entsprechend zusammengesetzt sind, erhalten werden. Das wasserfreie und wasserhaltige Jodür, sowie dessen Lösung zeichnen sich durch grosse Unbeständigkeit aus, sie zerfallen an der Luft schnell unter Bildung von basischem Oxydsalz. Zusatz von Zucker oder von Zuckersyrup machen das Eisenjodür und dessen Lösung haltbarer. Die wässrige Lösung löst leicht noch Jod auf; werden 3 Moleküle Eisenjodür und 1 Molekül Jod in Wasser gelöst, so erhält man eine braune Lösung, welche wahrscheinlich *Eisenjodürjodid*, $\text{FeJ}_2 + \text{Fe}_2\text{J}_6$ enthält, sie zerfällt durch kohlenensaures Kalium in Jodkalium und Eisenoxyduloxydhydrat. Das Eisenjodür dient zur Darstellung der Alkalijodide (s. *Kalium* und *Natrium jodatum*) und findet auch Verwendung in der Medicin, wird jedoch nach Vorschrift der meisten Pharmakopöen nicht vorrätzig gehalten, sondern wegen seiner geringen Haltbarkeit stets für den Bedarf frisch bereitet (s. *Ferrum jodatum*) oder in Form eines Jodeisensyrups (s. *Syrupus Ferri jodati*) oder als trockenes

zuckerhaltiges Jodeisen (s. *Ferrum jodatum saccharatum*) vorrätig gehalten.

Eisenjodid, Fe_2J_6 , ist nicht mit Sicherheit bekannt. Aus der Lösung des Eisenhydroxyds in Jodwasserstoffsäure konnte bislang festes Jodid nicht erhalten werden.

H. Beckurts.

Eisenkies. Zweifach Schwefeleisen, Pyrit, s. Eisensulfide.

Eisenkiesel. Durch Eisenocker gelb, braun oder roth gefärbter Quarz.

Eisenkitten sind Gemische der verschiedensten Zusammensetzung zum Kitten und Verbinden von Schmiedeeisen oder Gusseisen auf Wasserleitungsröhren, Dampfkesseln, Dampfrohren u. dergl. Ein solcher Eisenkitt wird in die Fugen hineingestrichen oder hineingestampft, nachdem die zu kittenden Flächen zuvor gereinigt und womöglich etwas abgefeilt sind. FISCHER empfiehlt dazu folgende Mischung: 2 Th. Salmiak, 1 Th. Schwefelblumen, 60 Th. feine Eisenspäne; diese wird zum Gebrauche mit wenig Wasser angertührt, dem eine kleine Quantität verdünnter Schwefelsäure zugesetzt ist. Dieser Kitt erhärtet nach einigen Tagen vollkommen. Befinden sich die zu kittenden Flächen an Stellen, welche Glühhitze auszuhalten haben, so empfiehlt FISCHER hierzu: 4 Th. Eisenfeile, 2 Th. Thon und 1 Th. Porzellankapselmasse mit Salzlösung zum Brei angertührt.

Ganswindt.

Eisenkugeln, Stahlkugeln, Globuli martiales. In manchen Gegenden ist es üblich, den zu Bädern bestimmten Eisenweinstein in Form von Kugeln abzugeben; zu diesem Zwecke werden aus *Tartarus ferratus pulver.* mit Hilfe von dünnem Traganthschleim 25 bis 30 g schwere Kugeln geformt und diese, um sie schön schwarz erscheinen zu lassen, mit Tinctura Gallarum bestrichen.

Eisenlegirungen. Beim Zusammenschmelzen mit Eisen nehmen sehr viele Metalle mehr oder weniger Eisen auf und bilden mit demselben Eisenlegirungen. Praktische Wichtigkeit haben von diesen indessen nur wenige erlangt.

Nickeleisen. Legirungen mit einem Gehalt von 0.6—0.7 Nickel haben weisere Färbung als Eisen und widerstehen dem Rosten besser als dieses. Dagegen lassen sie sich selbst bei Rothgluth schwer bearbeiten, um so schwieriger, je geringer der Kohlenstoffgehalt ist.

Manganeisen oder Ferro-Mangan. Wird gegenwärtig fabrikmässig durch hüttenmännischen Betrieb in Hohöfen bei sehr hohen Temperaturen aus Manganerzen und manganhaltigem Roheisen in grossen Quantitäten producirt und enthält 50—85 Procent Mangan. Es sind dazu sehr heisser Ofengang und sehr starke basische Schlacken nöthig. Verwendung findet es hauptsächlich an Stelle des manganhaltigen Spiegeleisens zur Stahlfabrikation.

Chrom Eisen, Ferrochrom, kann im Hohofen unter denselben Verhältnissen wie Ferromangan, auch durch Reduction von Chromeisenstein mit Kohle erhalten werden. Es ist weiss, glänzend, faserig und hart, enthält circa 25 bis 50 Procent Chrom, der Kohlenstoffgehalt scheint mit dem Chromgehalt zuzunehmen. Das Ferrochrom wird seit Kurzem auf einigen Stahlwerken wie das gleich zu beschreibende Wolframeisen zur Fabrikation von Chromstahl (s. d.) verwendet.

Wolframeisen. Die directe Herstellung von Wolframeisen wurde zuerst 1878 zu Terre-Noire ausgeführt. Wolfram wird mit Eisen- und Manganerzen und einem möglichst basischen Zuschlage verhüttet. Man erhält so Wolfram-Eisen-Manganlegirungen von circa 25 Procent Wolfram. Durch Reduction von Wolframerzen mit Kohle bei Gegenwart von Eisen oder dessen Oxyden werden Legirungen bis zu 75 Procent Wolframgehalt erzielt. Wolfram vermehrt die Zähigkeit und Härte des Stahls; die letztere nimmt mit steigendem Wolframgehalt fast unbegrenzt zu, die erstere aber nur bis zu einem Gehalte von 2—3 Procent. Darüber hinaus wird die Legirung spröde.

Chrom und Wolfram ertheilen dem Stahl im Ganzen die gleichen Eigenschaften und da Chrom in der Natur verbreiteter ist wie Wolfram, so dürfte der Chromstahl in Zukunft den Wolframstahl nahezu verdrängen.

B. Fischer.

Eisenliqueure sind aromatisch-bittere Liqueure mit einem Zusatz von 0.5 bis 1 Procent Eisen, am besten in Form von Eiseneitrat.

Eisenmagnesiapillen, eine in den letzten Jahren sehr beliebt gewordene Specialität, sind 5 cg schwere überzuckerte Pillen und bestehen (nach Angabe des Fabrikanten KIRCHMANN) aus 6 Th. *Ferrum sulfuricum crystall.*, 1 Th. *Magnesia usta* und so viel als nöthig eines Gemisches von Glycerin und Syrupus simplex.

Eisenmann's Vinum Colchici opiatum ist eine Mischung aus 6 Th. *Vinum Colchici* und 1 Th. *Tinct. Opii crocata*.

Eisenmennige ist eine Malerfarbe in Form eines feinen dunkelrothbraunen Pulvers, welches aus Eisenoxyd und Thon besteht und aus den Rückständen des Eisenhüttenprocesses gewonnen wird. Die Eisenmennige wird als Austreichmittel an Stelle der gewöhnlichen Mennige empfohlen.

Eisenmilch hatte ursprünglich mit Milch (Kuhmilch) nichts weiter gemein als ein ähnliches äusseres Ansehen; das Präparat bestand aus in Wasser fein suspendirtem Ferriphosphat und wurde erhalten, indem man in eine Mischung von 17 g *Eisenchloridlösung* (Ph. Germ.) mit 2000 g Wasser eine Lösung von 27 g *Natriumphosphat* in 200 g Wasser unter Umrühren eintrug, den entstandenen Niederschlag auf ein Colatorium sammelte, abwusch und schliesslich mit so viel Wasser mischte, dass das Ganze 1000 g betrug. Diese Mischung enthält 1 Procent wasserhaltiges Ferriphosphat. In neuerer Zeit mischt man den erwähnten Niederschlag mit wirklicher Milch und pasteurisirt die Mischung, um sie haltbar zu machen. Auch setzt man dem Ferriphosphat noch Kalkphosphat in feinsten Vertheilung hinzu.

Eisenmohr, *Aethiops martialis*, ist *Ferrum oxydato-oxydulatum*.

Eisenocker, gelber und brauner, ist erdiger Limonit; rother ist erdiger Hämatit.

Eisenöl, *Oleum Martis*, ein alter Name für *Liquor Ferri sesquichlorati*.

Eisenorange ist eine orangefarbene Modification des Eisenbrauns (s. d.), die wohl lediglich auf einer Aenderung der procentischen Zusammensetzung beruht.

Eisenoxyde. Genauer bekannt sind drei Oxyde des Eisens: das Eisenoxydul, das Eisenoxyd und das Eisenoxyduloxyd.

Eisenoxydul, *Eisenmonoxyd*, *Ferroxyd*, FeO . Findet sich nicht frei in der Natur, wird erhalten durch Reduction von Eisenoxyd im Wasserstoffgase bei 300° oder durch Erhitzen von Ferrooxalat bei Abschluss der Luft. Es ist, so dargestellt, pyrophorisch, verliert diese Eigenschaft aber, wenn man es nach dem Glühen zwölf Stunden in einer Wasserstoffatmosphäre liegen lässt. Auf nassem Wege erhält man das Oxydul durch Eintragen von Eisenoxyduloxalat in kochende Kalilauge als schwarzes Pulver, welches an der Luft wenig Sauerstoff anzieht und beim Erhitzen zu Eisenoxyd verbrennt.

Eisenhydroxydul, *Eisenoxydulhydrat*, *Ferroydroxyd*, $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Wird durch Vermischen luftfreier und oxydfreier Eisenoxydulsalzlösungen mit ausgekochter Kali- oder Natronlauge als weisser amorpher Niederschlag erhalten, der bei Abschluss der Luft mit ausgekochtem Wasser ausgewaschen und in sauerstofffreier Atmosphäre getrocknet und aufbewahrt werden muss. Bei der Berührung mit Luft geht das frisch gefällte feuchte Eisenoxydulhydrat unter Absorption von Sauerstoff in schmutziggrünes Eisenoxyduloxydhydrat und schliesslich in braunes Oxydhydrat über. In trockenem Zustande ist es als ein hellgrünes Pulver erhalten worden, welches aus Ammoniaksalzen Ammoniak austreibt und sich in etwa 150000 Th. Wasser zu einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit von eigenthümlichem adstringirendem Geschmacke auflöst.

Eisenoxyduloxyd, *Ferroferrixyd*, Fe_3O_4 . Findet sich in der Natur in grossen Mengen als Magnetisenstein in schwarzen, stark glänzenden, regulären Octaedern,

in körnigkrystallinischen oder derben Massen. Eisenoxyduloxyd entsteht durch Verbrennung des Eisens bei Gegenwart eines Ueberschusses von Sauerstoff, ferner beim Ueberleiten von Wasserdampf oder von Kohlensäure über glühendes Eisen. Beim Glühen an der Luft überzieht sich Eisen mit einer Oxydschicht, dem sogenannten Hammerschlag, welcher eine Verbindung von Oxydul und Oxyd in verschiedenen Verhältnissen ist, er enthält in den äusseren Schichten mehr Eisenoxyd, als in den inneren.

Man erhält das Eisenoxyduloxyd bisweilen in regulären Octaëdern oder Tetraëdern, meist aber als dichte krystallinische schwarze Masse, welche magnetisch und sehr hart ist. Es verbrennt an der Luft zu Eisenoxyd und wird durch Glühen mit Wasserstoff, Kohle oder Kohlenoxyd zu Metall reducirt. In Säuren löst es sich zu Gemengen von Eisenoxydul- und Oxydsalzen.

Eisenoxyduloxydhydrat. Kali-, Natronlauge und Ammoniak fällen aus einer Lösung gleicher Aequivalente von Eisenoxydul- und Eisenoxydsalzen einen sammt-schwarzen Niederschlag, welcher nach LEFORT die Zusammensetzung $2(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ besitzt. Ein anderes Hydrat erhält man aus einer Lösung von 6 Mol. Eisenoxydulsulfat und 1 Mol. Eisenoxydsulfat, welches nach der Formel $6\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ zusammengesetzt ist. Getrocknet bildet das so gewonnene Hydrat schwarze oder braunschwarze spröde Stücke mit muschligem Bruche, die magnetisch sind. Durch Oxydation des Eisenoxydulhydrats an der Luft erhält man grünes Eisenoxyduloxydhydrat von wechselnder Zusammensetzung, das sich leicht an der Luft in braunes Eisenoxydhydrat umwandelt.

Wesentlich aus Eisenoxyduloxyd bestand der früher in einzelnen Pharmakopöen officinelle *Aethiops mineralis* (*Aethiops martialis* Lemery, Eisenmohr), zu dessen Darstellung man Eisenfeile mit Wasser befeuchtet einige Tage stehen lässt und von Zeit zu Zeit das schwarze Oxydationsproduct abschlämmt. Das ebenfalls in früherer Zeit officinelle, auch aus Eisenoxyduloxyd bestehende *Ferrum oxydulatum nigrum* wird durch Glühen von Eisenoxyd, welches mit Olivenöl getränkt ist, bis keine brennbaren Gase mehr entweichen, bereitet. Der *Aethiops martialis hydraticus praecipitatus* wird dargestellt, indem man 2 Th. schwefelsaures Eisenoxydul mit $\frac{1}{2}$ Th. Schwefelsäure vermischt und darauf mit so viel Salpetersäure versetzt, bis keine rothen Dämpfe mehr entweichen; nachdem sodann die Salpetersäure verjagt ist, setzt man noch 1 Th. Eisenvitriol hinzu, fällt die mit Wasser verdünnte Lösung mit Ammoniak und kocht sodann, bis der schwarze, flockige Niederschlag krystallinisch geworden ist. Das noch jetzt unter dem Namen *Ferrum oxydulatum oxydatum* Anwendung findende Eisenoxyduloxyd wird durch Fällen wässriger Lösungen von Eisenoxydul- und Eisenoxydsulfat mit Ammoniak und Kochen, bis der entstandene Niederschlag pulverig und schwarz geworden ist, dargestellt. — S. unter *Ferrum oxydulatum oxydatum*.

Eisenoxyd, *Eisensesquioxyd*, *Ferrioxyd*, Fe_2O_3 . Findet sich in der Natur als *Eisenglanz* in metallglänzenden Krystallen des hexagonalen Systems, als *Eisenglimmer* in rothbraunen Blättchen, als *Rotheisenstein* in traubigkrystallinischen rothbraunen Massen mit faserigem oder dichtem Gefüge. In amorphem Zustande wird es als mehr oder minder dunkelrothbraunes Pulver durch Glühen von Eisenhydroxyd — erhalten durch Fällung eines Eisenoxydsalzes mit Ammoniak — dargestellt, auch durch Erhitzen von Eisenvitriol auf eine sehr hohe Temperatur. Das auf letzterem Wege gewonnene Eisenoxyd wird als *Colcothar*, *Caput mortuum*, *Todtenkopf*, *Englischroth*, zum Poliren von Metallen und Glas, auch als Malerfarbe verwendet. In krystallisirtem Zustande erhält man das Eisenoxyd durch Einwirkung von Eisenchloriddampf auf glühenden Kalk oder durch Ueberleiten von Chlorwasserstoffgas über amorphes, rothglühendes Oxyd, auch durch Schmelzen von Eisenoxyd mit Borax und Behandeln der Schmelze mit Salzsäure.

Das dichte Eisenoxyd ist stahlgrau (*Eisenglanz*), von 5.1 spec. Gew., oder braunroth (*Rotheisenstein*) von 4.7 spec. Gew.; das künstlich dargestellte Eisenoxyd ist braunroth oder roth bis fast schwarz, sein spec. Gewicht ist gleich 5 bis 5.2. Das

gewöhnliche Eisenoxyd ist nicht magnetisch; nach MALAGUTI kann man aber magnetisches Eisenoxyd darstellen: 1. Durch Glühen von Eisenoxydulsalzen organischer Säuren an der Luft; 2. durch Glühen von oxydirtem Ferrocäronat an der Luft; 3. durch Glühen von gefälltem und an der Luft höher oxydirtem Eisenoxydulhydrat. Kohle oder Kohlenoxyd reduciren das Eisenoxyd zu Eisenoxyduloxyd, schliesslich zu metallischem Eisen. Wasserstoff reducirt auch bei niedrigerer Temperatur zu Eisenoxyduloxyd, bei höherer zu metallischem Eisen. Reines Eisenoxyd ist in Säuren nur schwer löslich, und zwar um so schwieriger, je dichter es ist; am leichtesten löst es sich in einer siedenden Mischung von 8 Th. Schwefelsäure und 3 Th. Wasser. — S. auch *Ferrum oxydatum rubrum*.

Eisenhydroxyd, *Ferrihydroxyd*, *Eisenoxydhydrat*, $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$. Findet sich in der Natur im Braun- und Gelbeisenstein (Limonit und Pyrrhosiderit), im braunen Glaskopf, Nadeleisenstein, mit Thon gemengt im Braun- und Gelbthoneisenstein, im Ocker, im Absatz von eisenhaltigen Sauerlingen und entsteht beim Rosten des Eisens, sowie bei der Zersetzung der Eisenoxydul- und Eisenoxydverbindungen, der Eisensulfide etc. Natürliche und künstliche Eisenhydroxyde haben oft verschiedene Wassergehalt und verschiedene Eigenschaften.

Das normale *Eisenhydroxyd*, $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$, wird als voluminöser, rothbrauner Niederschlag durch Fällung eines Eisenoxydsalzes mit Ammoniak, Auswaschen mit kaltem Wasser und Trocknen desselben bei gelinder Wärme erhalten, worauf es ein amorphes, gelbes oder rothbraunes, in verdünnten Säuren leicht lösliches, in Wasser und Alkalien unlösliches Pulver darstellt. Es findet arzneiliche Anwendung. S. *Ferrum oxydatum fuscum* und *Ferrum oxydatum hydricum in Aqua*. Kocht man es in frisch gefälltem Zustande längere Zeit mit Wasser, so wird es dichter und nimmt eine dunklere Farbe an, indem es in wasserärmere Verbindungen übergeht. Eine gleiche Veränderung vollzieht sich auch, wenn man frisch gefälltes Eisenhydroxyd längere Zeit unter Wasser aufbewahrt. Solche wasserärmere Eisenhydroxyde finden sich in der Natur als werthvolle Eisenminerale in verschiedener Zusammensetzung. Ein Hydrat der Formel $\text{Fe}_2\text{O}_4\text{H}_2$ findet sich in der Natur als *Turgit* und bildet sich, wenn gefälltes Oxydhydrat längere Zeit mit Wasser auf 100° erhitzt wird; ein Hydrat der Formel $\text{Fe}_2\text{O}_4\text{H}_2$ kommt als *Göthit* oder *Nadeleisenstein* vor, wird auch gebildet durch Trocknen von gefälltem Hydroxyd bei 100° , oder wenn das in der Siedhitze gefällte Hydroxyd längere Zeit mit Wasser gekocht wird oder beim längeren Aufbewahren des wasserreichen Oxydhydrats unter Wasser. Das Hydrat $(\text{Fe}_2\text{O}_4\text{H}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ oder $\text{Fe}_2\text{O}_4\text{H}_6 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ist im *Limonit* enthalten und bildet sich beim Rosten von Eisen in lufthaltigem Wasser, durch Fällen eines Eisenoxydsalzes mit Alkali aus heisser Lösung oder beim Trocknen des wasserreicheren Oxydes im Vacuum. Der *Gelbeisenstein*, welcher im unreinen Zustande im Wiesen- und Raseneisenstein vorkommt, enthält das nach der Formel $\text{Fe}_2\text{O}(\text{OH})_4 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ zusammengesetzte Hydrat.

Ausser diesen in Wasser unlöslichen Eisenhydroxyden gibt es auch in Wasser lösliche Hydroxyde. Ein lösliches Eisenoxydhydrat (*Dialysirtes Eisenoxyd*) bildet sich nach GRAHAM, wenn man eine Auflösung von Eisenhydroxyd in Eisenchlorid oder salpetersaurem Eisenoxyd der Dialyse unterwirft. Es diffundiren die Salze und die beigemengte freie Säure, im Dialysator bleibt ein in Wasser lösliches Eisenhydroxyd als eine dunkelrothe Flüssigkeit zurück. Diese lässt sich zwar durch Eindampfen etwas concentriren, gerinnt aber dann beim Stehen zu einer rothen gallertartigen Masse von Eisenhydroxyd. Auch freies Alkali oder Alkalisalze, Schwefelsäure oder feste organische Säuren bringen die Lösung des Eisenhydroxyds zum Gerinnen. Das dialysirte Eisenhydroxyd ist als Arzneimittel angewendet worden. S. *Ferrum oxydatum solubile hydratum*. Auch die wässrige Lösung des essigsäuren Eisenoxyds wird im Dialysator nicht unwesentlich zersetzt; es bleibt im Dialysator eine Flüssigkeit zurück, welche auf 94 Th. Eisenoxyd noch 6 Th. Essigsäure enthält.

Ein lösliches Eisenoxydhydrat, ein *Metaferrihydroxyd* der Formel $\text{Fe}_2\text{H}_2\text{O}_4$, bildet sich nach PÉAN DE ST. GILLES, wenn man die kalt bereitete Lösung von Eisenoxydhydrat in Essigsäure erhitzt und dann mit concentrirter Salzsäure oder Salpetersäure oder Schwefelsäure versetzt. Der entstehende rothbraune körnige Niederschlag trocknet auf porösen Platten zu einem glänzenden, braunen Firniss ein, welcher sich in reinem Wasser zu einer im auffallenden Lichte trüben, im durchfallenden Lichte rothbraunen geschmacklosen Flüssigkeit auflöst. Concentrirte Salpetersäure oder Salzsäure, auch geringe Mengen schwefelsaurer Salze scheiden das Oxyd aus diesen Lösungen ab. Anscheinend dasselbe Hydroxyd entsteht nach SCHEURER-KESTNER durch Erhitzen der wässerigen Lösung des basisch salpetersauren Eisenoxyds in geschlossenen Röhren auf 100° während längerer Zeit. Nach KRECKE findet in säurefreien wässerigen Lösungen von Eisenchlorid beim Erwärmen in Folge Dissociation die Zersetzung des Eisenchlorids unter Entwicklung von Salzsäure in die GRAHAM'sche Modification des löslichen Eisenhydroxyds statt. Die Flüssigkeit färbt sich dunkel und scheidet auf Zusatz von Salzen Eisenhydroxyd ab, bei sehr verdünnten Lösungen des Eisenchlorids ($\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{8}$ Procent) genügt zu dieser Zersetzung schon die Lufttemperatur, bei concentrirteren Lösungen findet sie erst beim Erhitzen über 100° statt.

Das Eisenoxydhydrat verbindet sich mit Säuren zu *Eisenoxydsalzen*. Auch mit Metalloxyden vereinigt es sich; es sind Verbindungen des Eisenoxydes mit Metalloxyden bekannt, welche sich in ihrer Zusammensetzung dem Eisenoxyduloxyd, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$, an die Seite stellen, z. B. Eisenoxydkalk, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$, Eisenoxydbaryt, $\text{Fe}_2\text{O}_4 \cdot \text{BaO}$.

Eine eigenthümliche Verbindung bildet das Eisenoxydhydrat mit Zucker bei Gegenwart von Alkali, das sogenannte *Eisensaccharat*, *Eisenzucker* (*Ferrum oxydatum saccharatum*). Dieses bereitet man 1. nach HORNEMANN in folgender Weise: „In einen aus 8 Th. grob gepulvertem schwefelsaurem Eisenoxyd bereiteten Liq. Ferri sulfur. oxydati, frei von Oxydulsalz, trägt man unter beständigem Umrühren 8 Th. grob gepulvertes, rohes krystallisirtes kohlen-saures Natron ein und fügt nach Aufhören der Kohlensäure-Entwickelung schnell 6 Th. Zuckerpulver hinzu. Die so entstandene dicke rothbraune Masse ist dann mit so viel concentrirter Natronlauge unter fortwährendem Umrühren zu versetzen, bis dieselbe eine flüssige Beschaffenheit angenommen hat, und dann noch auf dem Wasserbade zu erwärmen, bis sie völlig klar geworden ist. Die so erhaltene Eisensaccharatlösung wird dann durch Auskrystallisirenlassen des grössten Theiles des vorhandenen schwefelsauren Natrons von diesem befreit, und diese Lösung zur Abscheidung des Saccharats in siedendes Wasser gegossen. Der gesammelte Niederschlag (das eigentliche Saccharat) wird noch so lange ausgewaschen, bis die ablaufende Flüssigkeit nur noch schwach alkalisch reagirt und dieselbe anfängt, eine bräunliche Färbung anzunehmen, oder 2. nach der Ph. Germ. II. dadurch, dass man Eisenchloridlösung mit Zucker vermischt, mit reinem Natriumcarbonat fällt, den entstandenen Niederschlag in Natronlauge von bestimmtem Gehalt löst und vor dem Fällen dieser Lösung mittelst siedendem Wasser zur besseren Abscheidung Natriumbicarbonat zusetzt. Die nach diesen Vorschriften dargestellten eigentlichen Saccharate (nicht die Mischungen dieser mit Zucker, als welche das Ferrum oxydatum sacch. der Ph. Germ. aufzufassen ist) bilden, sowie sie aus ihren Lösungen durch Kochen des Wassers gefällt werden, schwere, krystallinische braune Niederschläge, welche nach dem Trocknen bei gewöhnlicher Temperatur eben solche Pulver liefern. Das Eisensaccharat besitzt einen süssen, kaum eisenhaften Geschmack und löst sich in 5 Th. Wasser zu einer rothbraunen Flüssigkeit. Auf Zusatz von nur wenig eines neutralen Salzes der Chlor-, Jod- und Bromwasserstoffsäure, der Jodsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure, auch von geringen Mengen mancher Pflanzenalkaloide scheidet sich schon in der Kälte, rascher beim Erwärmen, rothbraunes Eisenoxydhydrat ab. Die Lösungen der phosphorsauren, kohlen-sauren und bernsteinsauren Alkalien bewirken in der Lösung des Eisensaccharats keine Fällung, Ferrocyan-

kalium ruft keine Fällung von Berlinerblau, Rhodankalium keine blutrothe Färbung von Rhodaneisen hervor. Dagegen wird sämtliches Eisen auf Zusatz von Schwefelammonium abgeschieden und ruft Gerbsäurelösung eine schwache blauschwarze Färbung hervor. Während nach den Untersuchungen früherer Forscher das Eisensaccharat als eine Verbindung von Eisensaccharat und Natronsaccharat angenommen wurde, hat kürzlich W. STROHMEYER nachgewiesen, dass das Eisensaccharat wirklich eine den übrigen Saccharaten (s. d.) analoge Zusammensetzung besitzt, und zwar gleich dem Baryum- und Calciumsaccharat ($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot BaO$ und $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO$, respective $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 2CaO$ und $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 3CaO$) als ein Additionsproduct anzusehen ist, dem nur wechselnde Mengen Natriumoxyd beigemischt sind, welche vollständig abhängig sind von dem Auswaschen des Präparates. Die Zusammensetzung des Eisensaccharats wird je nach dem schärferen oder weniger scharfen Trocknen eine wechselnde sein, da zum Theil wasserärmere Hydroxyde gebildet werden. Weiter fand STROHMEYER, dass eine gewisse Menge Natriumoxyd bei Gegenwart von Zucker, zur Löslichkeit des Saccharats unbedingt erforderlich ist. Die Zusammensetzung verschiedener Eisensaccharate fand STROHMEYER folgendermassen:

	I	II
Zucker	= 5.01 Procent	7.71 Procent
Eisenhydroxyd (Fe_2OH_3)	= 95.10 „	92.02 „
Natriumoxyd (Na_2O)	= 0.06 „	0.38 „

Das officinelle Präparat der Ph. Germ. II. ist als ein Gemenge des eigentlichen Saccharats mit Zucker anzusprechen. Dasselbe kann nicht als einheitliches Product angesehen werden, sondern ist ein je nach Art und Weise der Bereitung, je nach der Grösse des Zuckerzusatzes ein in seiner Zusammensetzung sehr wechselndes Product. Es lässt sich daher für dieses keine Formel aufstellen. — S. auch *Ferrum oxydatum saccharatum*.

Eisensäure, H_2FeO_4 , ist im freien Zustande bislang nicht dargestellt worden; sie zerfällt bei der Abscheidung aus ihren Salzen sofort in Eisenhydroxyd und Sauerstoff. Das Kaliumsalz der Säure wird beim Erhitzen von Eisenfeile mit der doppelten Menge Salpeter oder auch durch Einleiten von Chlor in Kalilauge, in welcher frisch gefälltes Eisenhydroxyd suspendirt ist, dargestellt. Das Oxyd löst sich in dem letzteren Falle, in dem die Flüssigkeit purpurroth wird, aus welcher man das Salz durch Eindampfen im Vacuum in kleinen rothen Krystallen erhalten kann.

H. Beckurts.

Eisenpeptonat. Eine zu subcutanen Injectionen besonders geeignete Eisenlösung, welche (nach der Ph. Centralhalle, XXIII, 230) folgendermassen hergestellt wird: Zu einer Lösung von 5.0 trockenem Pepton in 50.0 destillirtem Wasser werden 12.0 einer völlig säurefreien Eisenchloridlösung, welche 27.5 wasserfreies Eisenchlorid enthält (spec. Gew. 1.260), zugefügt. Das hierdurch entstehende Coagulum wird gelöst durch Zusatz einer Lösung von 5.0 Ammoniumchlorid in 50.0 Wasser. Hierauf werden noch 75.0 Glycerin zugesetzt und mit destillirtem Wasser bis auf 200.0 verdünnt. Durch Zusatz einiger Tropfen Aetzammoniak wird die Flüssigkeit sehr schwach alkalisch gemacht und enthält dann 0.005 g metallisches Eisen in Cubikcentimeter. Eine derartige schwach alkalische oder selbst neutrale Eisen-Peptonatlösung gibt mit Ferrocyankalium keinen blauen Niederschlag, thut dieses jedoch sofort beim Ansäuern mit einigen Tropfen Salzsäure.

Eisenpräparate. Unter diesem Namen begreift die moderne Medicin (und Pharmacie) nicht sowohl die Salze und sonstigen chemischen Verbindungen des Eisens, als vielmehr alle diejenigen Eisenmittel, welche sich durch gute Wirkung, leichte Verdaulichkeit und Wohlgeschmack auszeichnen und zumeist in der Gestalt von Specialitäten auftreten. Sie werden unter Pilulae, Syrupus, Vinum etc. weitere Erwähnung finden.

Eisenquellen, s. Mineralwässer.

Eisensäuerlinge heissen diejenigen natürlichen Mineralwässer, welche neben Ferrocarbonat viel freie Kohlensäure, im Uebrigen aber wenig mineralische Bestandtheile enthalten. Ueber Darstellung der künstlichen Eisensäuerlinge s. Mineralwässer.

Eisensafran, Crocus Martis, ein alter, aus den Zeiten der Alchemie herstammender Name für das in seiner Farbe dem Safran ähnliche Ferrum oxydatum fuscum.

Eisensalmiak, s. unter *Ammonium chloratum ferratum* und unter *Eisenchlorid*.

Eisensalze.

α) Eisenoxydulsalze.

Arsenigsaures Eisenoxydul, $\text{Fe}_2(\text{AsO}_3)_2$ (?), grünlich weisser Niederschlag, welcher beim Vermischen einer Eisenvitriollösung mit arsenigsaurem Ammon entsteht.

Arsensaures Eisenoxydul, $\text{Fe}_2(\text{AsO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, entsteht in Form eines weissen Niederschlages beim Vermischen von Eisenvitriollösung mit arsensaurem Ammon.

Chlorsaures Eisenoxydul entsteht durch Doppelzersetzung von Eisenvitriol mit Baryumchlorat.

Kieselsaures Eisenoxydul. Ferrosilicate kommen sehr häufig in der Natur vor, meist in Form von Doppelsilicaten. — S. *Silicate*.

Kohlensaures Eisenoxydul, FeCO_3 . Findet sich in der Natur in farblosen, gelben bis gelbbraunen hexagonalen Krystallen als *Spateisenstein*; in unreinerem Zustande auch als *Sphärosiderit*. Gelöst findet es sich in den natürlichen Eisenwässern, den sogenannten Stahlquellen oder Eisensäuerlingen als saures Salz. Durch Fällen von Eisenoxydulsalzlösungen mit kohlensauren Alkalien erhält man einen flockigen, weissen Niederschlag ($\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{FeCO}_3$), welcher sich an der Luft rasch unter Abgabe von Kohlendioxyd schmutzig grün färbt und allmählig in Eisenhydroxyd übergeht. $3\text{FeCO}_3 + \text{O} + x\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + x\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2$ und $2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O} + 9\text{H}_2\text{O} = 3\text{Fe}_2(\text{OH})_6$.

Diese Zersetzung kann man durch Fällen in der Siedehitze unter Ausschluss der Luft vermeiden. Dieselbe Zersetzung erfährt das in den natürlichen Eisenwässern gelöste Ferrocarbonat beim Stehen derselben an der Luft. Durch Zusatz von Zucker wird die Haltbarkeit des Ferrum carbonicum erhöht. — S. *Ferrum carbonicum saccharatum*.

Phosphorsaures Eisenoxydul. Als Vivianit findet sich das normale Orthophosphat, $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 + 8\text{H}_2\text{O}$, in der Natur in Form blauer monokliner Säulen oder in faserigen oder erdigen Massen. Aus einer Lösung von Ferrosulfat fällt Dinatriumphosphat einen weissen, an der Luft graublau werdenden Niederschlag, welcher getrocknet als *Ferrum phosphoricum* arzneiliche Verwendung findet. Das Salz besitzt nach DEBRAY eine der Formel $\text{Fe}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2$ entsprechende Zusammensetzung. Es ist unlöslich in Wasser, löslich in verdünnten Säuren und Ammoniak. Ein Salz der Formel FeHPO_4 entsteht nach SCHEELE durch Lösen von Eisen in Phosphorsäure oder durch Einwirkung von concentrirter (48procentiger) Phosphorsäure auf fein vertheiltes Eisen. Aus der bei dem letzten Processe erhaltenen Lösung scheiden sich beim Concentriren in einer Wasserstoffatmosphäre Krystalle der Formel $\text{FeHPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ab, welche sich an der Luft leicht oxydiren. — S. auch *Ferrum phosphoricum*.

Phosphorsaures Eisenoxydul-Ammon, $\text{NH}_4\text{FePO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, entsteht als grünlicher, flockiger, in Wasser unlöslicher, in verdünnten Säuren löslicher Niederschlag durch Mischen von Eisenchlorür, Dinatriumphosphat und Ammoniak.

Fyrophosphorsaures Eisenoxydul, $\text{Fe}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Weisser, an der Luft bald grün, dann braun werdender Niederschlag, welcher sich durch Vermischen von Eisenoxydulsalzen und Natriumpyrophosphat bildet.

Salpetersaures Eisenoxydul, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$. Wenig beständiges, sich leicht unter Bildung von basischem salpetersaurem Eisenoxyd zersetzendes Salz, welches

durch Auflösen von Schwefeleisen in Salpetersäure von geringerem spec. Gew. als 1.12, auch durch Zersetzung von schwefelsaurem Eisenoxydul mit Baryumnitrat entsteht.

Schwefelsaures Eisenoxydul, Ferrosulfat, Eisenvitriol, $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$. Der rohe Eisenvitriol wird als Nebenproduct bei verschiedenen chemischen Operationen gewonnen, z. B. bei der Alaunfabrikation aus Alaunschiefer, bei der Entwicklung von Schwefelwasserstoff aus Schwefeleisen und Schwefelsäure. Aus dem gerösteten Schwefelkies und den bei der Schwefelsäurefabrikation sich ergebenden schwefelärmeren, abdestillirten Kiesen lässt sich leicht Eisenvitriol darstellen, indem man diese längere Zeit an der Luft liegen lässt und die Masse auslaugt, sobald sich durch Oxydation reichliche Mengen Ferrosulfat gebildet haben. Dieser so gewonnene rohe Eisenvitriol ist kein reines schwefelsaures Eisenoxydul, sondern enthält meist grössere oder geringere Mengen von Magnesium-, Mangan-, Zink-, Kupfer-, Aluminium- und Eisenoxysulfat.

Reiner Eisenvitriol wird durch Auflösen von Eisen in verdünnter Schwefelsäure und Eindampfen der erhaltenen Lösung unter möglichstem Ausschluss der atmosphärischen Luft oder Eingiessen der wässrigen Eisensulfatlösung in 90procentigen Alkohol dargestellt.

Durchsichtige, blaugrüne Krystalle des monoklinen Systems oder, wenn durch Alkohol gefällt, ein bläulich weisses Krystallmehl, zusammengesetzt nach der Formel $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$, löslich in 1.43 Th. Wasser bei 15°, unlöslich in Alkohol und Aether. Bei 100° entweichen 6 Moleküle Wasser, das letzte Molekül entweicht erst über 300°.

Das wasserfreie Salz ist weiss und färbt sich auf Zusatz von Wasser wieder grün. Beim Erhitzen über 300° entweicht schweflige Säure, es bildet sich Eisenoxysulfat, welches sich bei noch höherer Temperatur in Eisenoxyd und Schwefelsäureanhydrid zerlegt. Das Salz, namentlich im feuchten Zustande, auch die wässrige Lösung oxydiren sich leicht unter Bildung von gelbbraunem, basischem Eisenoxysulfat. — *S. Ferrum sulfuricum, Ferrum sulfuricum alcoholisatum und Ferrum sulfuricum siccum.*

Schwefelsaures Eisenoxydulammonium (MOHR'sches Salz), $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$, bildet grüne luftbeständige, monokline Krystalle, welche sich in 4 Th. kaltem, leichter in heissem Wasser lösen. Wird dargestellt durch Krystallisirenlassen der Lösung äquivalenter Mengen Eisenoxydul- und Ammoniumsulfats. Man löst 100 Th. Eisenoxysulfat und 48 Th. Ammoniumsulfat unter Zusatz von 1 Th. reiner Schwefelsäure in 200 Th. heissen Wassers, filtrirt die Lösung und stellt sie zur Krystallisation bei Seite. Durch Abdampfen der Mutterlauge von diesen Krystallen kann eine zweite Krystallisation erzielt werden. Die Krystalle halten sich unverändert an der Luft; sie dienen häufig zur Einstellung des Titors von Kaliumpermanganatlösungen. Das Molekulargewicht des Salzes 392 ist das siebenfache des Eisens.

Schwefligsaures Eisenoxydul. Bei Einwirkung von wässriger, schwefliger Säure auf Eisen entsteht neben unterschwefligsaurem Eisenoxydul Ferrosulfat, $2\text{Fe} + 3\text{SO}_2 = \text{FeSO}_4 + \text{FeS}_2\text{O}_3$.

Beim Eindunsten scheidet sich zunächst das Sulfat ab, welches nach FORDOS und GÉLIS die Zusammensetzung $\text{FeSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$, nach KÖNE $2(\text{FeSO}_4) + 5\text{H}_2\text{O}$ besitzen soll.

Unterschwefligsaures Eisenoxydul, FeS_2O_3 , scheidet sich aus der Mutterlauge von dem schwefligsauren Eisenoxydul bei dem Eindampfen im Vacuum ab. Grünlich-blaue, an der Luft sich rasch oxydirende Krystalle.

β) Eisenoxysalze.

Arsenigsaures Eisenoxyd. Gelbbraune, in starken Mineralsäuren lösliche, in Essigsäure unlösliche Masse, welche beim Schütteln einer wässrigen Lösung von arseniger Säure mit frisch gefälltem Eisenhydroxyd entsteht und nach der Formel $4\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{As}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$ zusammengesetzt ist. Beim Trocknen und Glühen des arsenigen Eisenoxysalzes bildet sich nach WITTSTEIN das *arsenigsaure*

Eisenoxyduloxyd, 6FeO , $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{As}_2\text{O}_3 + 32\text{H}_2\text{O}$ als ein in Wasser unlösliches, in Salzsäure mit goldgelber Farbe lösliches Salz.

Arsensaures Eisenoxyd. Das Mineral *Scorodit* ist normales arsensaures Eisenoxyd, $\text{Fe}_2(\text{AsO}_4)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$. Durch Fällen von Eisenchlorid mit Dinatriumarsenat entsteht ein weisser, beim Erhitzen unter Verlust von Wasser roth werdender Niederschlag, der in Ammoniak und Salpetersäure löslich ist und nach WITTE die Zusammensetzung $2\text{Fe}_2(\text{HAs}_2\text{O}_7)_2 + 9\text{H}_2\text{O}$ besitzt.

Basische Arsenate finden sich ferner in der Natur. Der *Eisensinter* ist $2\text{Fe}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})_2 + 9\text{H}_2\text{O}$, *Pharmakosiderit* ist $\text{Fe}_2(\text{AsP})_2\text{O}_8 + \text{Fe}_2(\text{As} \cdot \text{P})\text{O}_4(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.

Essigsaures Eisenoxyd, s. unter *Ferrum aceticum* und *Liq. Ferri acetici*.

Citronensaures Eisenoxyd, s. unter *Ferrum citricum oxydatum*.

Citronensaures Eisenoxydammon, s. unter *Ferrum citricum ammoniatum*.

Kieselsaure Eisenoxyde finden sich meist im Verein mit anderen Silicaten häufig im Mineralreiche. — S. *Silicate*.

Kohlensaures Eisenoxyd. Die Zusammensetzung der bei der Wechselwirkung von Eisenchloridlösung mit Alkalicarbonaten entstehenden Niederschläge ist nicht genau bekannt.

Phosphorsaures Eisenoxyd. Das normale orthophosphorsaure Eisenoxyd entsteht als gelblichweisser, in Mineralsäuren löslicher, in Essigsäure unlöslicher Niederschlag beim Vermischen von Eisenoxydsalzlösungen mit Dinatriumphosphat. — S. *Ferrum phosphoricum oxydatum*.

Ein *saures Phosphat*, $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_3\text{PO}_4$, entsteht in kleinen rosarothern Krystallen beim Auflösen von Eisenhydroxyd in einer concentrirten Lösung von Phosphorsäure und Abdampfen der Lösung. Ein *saures Phosphat*, $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$, bildet sich beim Eindampfen einer Lösung des normalen Phosphats in überschüssiger Phosphorsäure oder bei langsamer Oxydation des Eisenoxydulsalzes an der Luft.

Ein *basisches Eisenoxydphosphat* ist der *Grüneisenstein*, $\text{Fe}_2(\text{OH})_2\text{PO}_4$.

Pyrophosphorsaures Eisenoxyd, $(\text{Fe}_2)_2(\text{P}_2\text{O}_7)_2$, bildet sich beim Fällen von Eisenchlorid mit pyrophosphorsaurem Natrium als gelblichweisses Pulver. — S. *Ferrum pyrophosphoricum*. Der Niederschlag des pyrophosphorsauren Eisens löst sich in einer Lösung von pyrophosphorsaurem Natrium unter Bildung eines Doppelsalzes: *Pyrophosphorsaures Eisenoxydnatrium*, $\text{Fe}_2(\text{P}_2\text{O}_7)_2 + 2\text{Na}_4(\text{P}_2\text{O}_7)_2$, auf. Dieses Salz findet arzneiliche Verwendung. — S. *Ferronatrium pyrophosphoricum*.

Salpetersaures Eisenoxyd, $\text{Fe}_2(\text{NO}_3)_6 + 18\text{H}_2\text{O}$, bildet sich durch Auflösen von Eisen in einer Salpetersäure von 1.352 spec. Gew., bis das spec. Gewicht der Lösung auf 1.5 gestiegen ist. Beim Erkalten dieser Lösung scheiden sich farblose, durchsichtige Krystalle aus, welche die oben angegebene Zusammensetzung besitzen. Bei Anwendung eines Ueberschusses an Eisen entstehen basische Salze, bei Verwendung verdünnterer Säuren Gemische von Eisenoxydul- und Oxydsalzen.

Schwefelsaures Eisenoxyd, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Der in Chile vorkommende *Coquimbite* ist $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 9\text{H}_2\text{O}$ und bildet hexagonale, tafelförmige Krystalle. Man stellt das Eisenoxydsulfat durch Oxydation von schwefelsaurem Eisenoxydul mit Salpetersäure bei Gegenwart von Schwefelsäure dar. 100 Th. Eisenoxydulsulfat löst man in einer geräumigen Porzellanschale in 100 Th. destillirten Wassers und 17.5 Th. reiner concentrirter Schwefelsäure, erhitzt sodann die Lösung im Sandbade zum Kochen und fügt nach und nach 30 Th. oder so viel Salpetersäure hinzu, bis das Eisenoxydulsalz in Oxydsalz verwandelt ist: $6\text{FeSO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$.

Ist dieses der Fall, so nimmt die anfangs in Folge der Verbindung des Eisenoxydulsalzes mit dem Stickoxyde braunschwarz gefärbte Flüssigkeit plötzlich unter

Aufschäumen und Bildung rother Dämpfe von Stickdioxyd eine braunrothe Färbung an. Auch kann man das Ende der Oxydation an der Bildung von Turnbillsblau erkennen, welches in der mit Wasser verdünnten Eisenlösung auf Zusatz von Ferricyankaliumlösung so lange entsteht, als Eisenoxydsulfat zugegen ist. Beim Eindampfen der Lösung hinterbleibt das Eisenoxydsulfat als wasserfreie, weisse krystallinische Masse zurück, welche an der Luft zu einem gelbrothen Syrup zerfließt.

Basische Sulfate entstehen bei Einwirkung von Sauerstoff der Luft oder von Salpetersäure auf Ferrosulfat bei Abwesenheit von freier Schwefelsäure oder bei Einwirkung einer geringeren Menge Ammoniak auf die Lösung des neutralen Salzes, als zur Zerlegung desselben in schwefelsaures Ammon und Eisenhydroxyd erforderlich ist, weiterhin durch Zusatz von kohlensaurem Kalk zu der Lösung des neutralen Salzes, bis der entstehende Niederschlag nicht mehr verschwindet und darauffolgender rascher Filtration.

Aus basischem Eisenoxydsulfat bestehen auch die Mineralien: *Copiapit*, *Fibroferrit*, *Raimondit* etc. — S. auch *Liquor Ferri sulfurici oxydati*.

Schwefelsaures Eisenoxydammonium, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O}$. Mit den Salzen der schwefelsauren Alkalien liefert das Eisenoxydsulfat Doppelsalze der Formel $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{M}_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O}$, die sogenannten Eisenauna. Das wichtigste unter diesen Eisenaunen ist der Eisenammonalaun, welcher sich durch Mischen von Eisenoxydsulfat- und Ammoniumsulfatlösung und Abdampfen dieser Lösung bildet. Amethystfarbene, durchsichtige, octaëdrische Krystalle, an der Luft verwitternd und bei 15° in 3 Th. Wasser löslich. Die Lösung zersetzt sich in der Kälte, schneller in der Wärme unter Abscheidung von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd. Wird in der Analyse bei der volumetrischen Bestimmung des Silbers mittelst Rhodankaliumlösung als Indicator benutzt. — S. *Ferrum sulfuricum oxydatum ammoniatum*.

H. Beckurts.

Eisenschäum ist der beim Auflösen von kohlenstoffhaltigem Eisen in verdünnten Säuren zurückbleibende Kohlenstoff, welcher sich als schwarzgraue schaumige Masse (Graphit) auf der Oberfläche abscheidet.

Eisenschwärze. 1. Eine Lösung von Eisen in rohem Holzessig, Oxydal neben Oxyd enthaltend, welche als Eisenbeize (s. d.) dient. 2. Ein grob- oder feinkörniges Gemisch von Galläpfeln, Eisenvitriol und Blauholzextract in verschiedenen Procentverhältnissen; dient zum Schwarzfärben und ist stellenweise ein flotter Handverkaufsartikel.

Eisenschwamm wird das aus den Eisenerzen direct hergestellte schmiedbare Eisen genannt. Nach EAMES (D. R.-P. 35205) wird das Erz mit Graphitstücken gemischt, ohne Zuschlag auf die Gicht gegeben und die Gicht mit einer Lage von Graphitklumpen bedeckt. Dann wird reducirt; zuerst wird 5—7 Stunden auf 800 bis 1100° und dann noch 1—2 Stunden auf 1100—1400° erhitzt. Die Masse kann direct zu Schmiedeeisen verarbeitet werden. Nach EBERT (D. R.-P. 35833) werden Erz und Kohle gepulvert, mit Zuschlägen zusammengemischt und, mit Wasserglas zu einem Brei angerührt, in einem Flammenofen behandelt. Der Wasserglaszusatz soll die Kohle vor allzu schnellem Verbrennen schützen, so dass erst dann ein Verbrennen derselben eintritt, wenn das Erz in's Glühen geräth. Nach letzterem Verfahren soll bei der Reduction das austropfende kohlenstoffhaltige Eisen sich in flüssigem Zustande von der Schlacke absondern. — Die poröse graphit- oder kohlenhaltige Masse wurde eine Zeit hindurch zu Filtern, Eisenschwammfiltern, verwendet, welche zur Reinigung des Trinkwassers von stickstoffhaltigen organischen Stoffen etc. an Stelle der üblichen Kohlenfilter dienen sollten; diese Filter haben sich indessen nicht bewährt und sind wieder ausser Gebrauch gesetzt; siehe auch pag. 632.

Ganswindt.

Eisenschwarz. 1. Feinkörniger Graphit zum Schwärzen von Guss-eisen, z. B. Ofenthüren. 2. Fein zertheiltes Antimon, durch Ausfällen aus

einer Antimonlösung durch Zink erhalten; dient zum Bronzieren von Zinkguss, von Gypsfiguren und solchen von Papiermaché, welche dadurch das Aussehen von blankem Stahl erhalten.

Eisenseife. Die fettsauren Salze des Eisenoxyduls und des Eisenoxyds, welche durch Fällen der Eisenoxydul- und Eisenoxydsalze mit Seifenlösung erhalten werden, bezeichnet man als Eisenseifen. — S. unter *Medicinische Seifen* und *Ferrum oleïnicum*.

Eisensublimat ist das in kleinen metallglänzenden, grauschwarzen, dunkelroth durchscheinenden Krystallflittern sublimirende wasserfreie Eisenchlorid. Es bildet sich beim Leiten von trockenem Chlorgas über glühenden Eisendraht und findet sich in solcher Gestalt im Krater von Vulcanen.

Eisensulfocyanide, Eisensulfocyanür, $Fe(CNS)_2$. Grüne monokline Krystalle von der Zusammensetzung $Fe(CNS)_2 + 3H_2O$ von bitterem tintenartigem Geschmacke, leicht in Wasser, Alkohol und Aether löslich. Wird durch Auflösen von metallischem Eisen in möglichst concentrirter Sulfocyanwasserstoffsäure und Abdampfen bei Abschluss der Luft dargestellt.

Eisensulfocyanid, $Fe_2(CNS)_6$. Dunkelbraunrothe, metallglänzende Würfel, in Wasser, Alkohol und Aether leicht löslich. Die wässrige Lösung ist blutroth, verdünnt rothgelb, entfärbt sich bei Abschluss der Luft im Lichte, färbt sich aber bei Luftzutritt wieder roth. Zur Darstellung des Salzes zieht man ein Gemenge von 1 Mol. neutralem wasserfreiem Eisenoxydsulfat mit 6 Mol. Rhodankalium mit Alkohol aus und verdampft das Filtrat über Schwefelsäure. Die Bildung des Salzes beim Zusammentreffen der wässrigen Lösung von Eisenoxydsalzen mit Sulfocyanalkalimetall wird in der Analyse zur Erkennung der Eisenoxyd- und Sulfocyanalze benutzt.

H. Beckurts.

Eisensulfurete, Eisensulfür, Halbschwefeleisen, Fe_2S . Entsteht durch Glühen des Ferrosulfats im Wasserstoffstrom, wobei sich schweflige Säure, Schwefelwasserstoff und Wasser bilden: $2FeSO_4 + 6H_2 = Fe_2S + SO_2 + 6H_2O$ und $4FeSO_4 + 15H_2 = 2Fe_2S + SO_2 + H_2S + 14H_2O$.

Dunkelgraues, magnetisches Pulver, in verdünnten Säuren unter Entwicklung gleicher Volumina Wasserstoffgas und Schwefelwasserstoff löslich. Das von ARFOEDSON beschriebene Achtel-Schwefeleisen ist ein Gemenge von Eisensulfür mit Eisen.

Eisenmonosulfid, Einfach Schwefeleisen, FeS . Kommt als *Troilit* in vielen Meteorsteinen vor. Eisenfeile und Schwefel, mit Wasser befeuchtet, vereinigen sich schon bei gewöhnlicher Temperatur zu Eisenmonosulfid, schneller vollzieht sich die Bildung desselben beim Erhitzen beider Elemente. Ein Gemenge von 3 Th. Eisen und 2 Th. Schwefel erhitzt man in einem bedeckten Tiegel zum ruhigen Schmelzen, hält die Masse einige Zeit in ruhigem Fluss und giesst sie auf eine kalte Eisenplatte aus.

Schwere, krystallinische metallglänzende Masse von grauer bis grauschwarzer Farbe. Es verändert sich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft nicht, auch nicht, wenn es bei Luftabschluss selbst bis zur Weissgluth erhitzt wird. Bei Luftzutritt mässig erhitzt, verwandelt es sich in Eisenoxydulsulfat, stark geglüht bildet sich Eisenoxyd und Schwefligsäureanhydrid.

In verdünnter Salzsäure und Schwefelsäure löst es sich zu Eisenchlorür oder Eisenoxydulsulfat unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff.

Ein *hydratisches Schwefeleisen* bildet sich als schwarzer voluminöser Niederschlag, wenn Eisenoxydulsalzlösungen oder Eisenoxydsalzlösungen durch Alkalisulfide zersetzt werden. Aus den Eisenoxydsalzlösungen fällt ein Gemisch von Eisensulfür und Schwefel: $FeCl_2 + (NH_4)_2S = FeS + 2NH_4Cl$. — $Fe_2Cl_3 + 3(NH_4)_2S = 2FeS + S + 6NH_4Cl$.

Amorphes, schwarzes, in fein vertheiltem Zustande grünes Pulver, welches in geringer Menge in Wasser löslich, an der Luft sich rasch unter Wärmeentwicke-

lung und Bildung von Eisenoxydhydrat und freiem Schwefel oxydirt und sich in Säuren rascher als das geschmolzene Schwefeleisen löst. Das dichte geschmolzene Schwefeleisen wird zur Darstellung von Schwefelwasserstoff benutzt.

Eisensulfürsulfid, Fe_5S_4 , die dem Eisenoxyduloxyd analog zusammengesetzte Verbindung, kann als eine Verbindung von Eisensulfür, FeS , mit Eisensesquisulfid, Fe_2S_3 , angesehen werden. Es soll sich beim Glühen von Eisenoxyduloxyd in trockenem Schwefelwasserstoff als eine metallglänzende, graugelbe Masse, welche magnetisch ist, bilden. Eine Verbindung von $5\text{FeS} + \text{Fe}_2\text{S}_3$ und $6\text{FeS} + \text{Fe}_2\text{S}_4$ ist der in der Natur vorkommende *Magnetkies*, ähnlich zusammengesetzte Verbindungen werden durch Glühen von Eisen mit überschüssigem Schwefel bis zum Schmelzen der Masse oder durch Glühen von Eisensesquioxid oder Schwefelkies in bedeckten Tiegeln erhalten.

Eisensesquisulfid, *Anderthalbfach Schwefeleisen*, Fe_2S_3 . Graugelbe oder grünlich-gelbe Masse, welche entsteht, wenn man Einfach Schwefeleisen mit Schwefel mengt und das Gemisch zur schwachen Rothgluth erhitzt, oder wenn man Schwefelwasserstoff bei 100° über Eisensesquioxid leitet. Verdünnte Säuren zersetzen es unter Bildung von Eisenoxydulsalz, Schwefelwasserstoff und Wasserstoffsupersulfid. Beim Glühen eines Gemisches von Eisenoxyd und Schwefel erhält man Verbindungen von Eisensesquioxid und Eisensesquisulfid in verschiedenen Verhältnissen. Mit Schwefelkupfer vereinigt sich das Eisensesquioxid zu $\text{CuS} + \text{Fe}_2\text{S}_3$ und $(\text{Cu}_2)_3\text{Fe}_2\text{S}_6$, d. i. *Kupferkies* und *Buntkupfererz*.

Zweifach Schwefeleisen, *Eisenbisulfid*, FeS_2 . Findet sich in der Natur als *Schwefelkies* oder *Pyrit* und als *Speerkies* oder *Wasserkies*.

Der Schwefelkies oder Pyrit findet sich in messinggelben, regulären würfelförmigen Krystallen, auch in kugel- oder nierenförmigen Massen. Der Wasserkies, auch Strahlkies bildet graugelbe rhombische Prismen, welche sich, abweichend von dem Pyrit an feuchter Luft zu schwefelsaurem Eisenoxydul oxydiren. Er bildet das hauptsächlichste Rohmaterial für die Schwefelsäurefabrikation und die Eisenvitriolgewinnung.

Künstlich kann man das Eisendisulfid durch schwaches Glühen von Eisen oder Eisensulfid mit Schwefel oder durch Erhitzen bei einer zwischen 100° und der Rothgluth liegenden Temperatur von Eisenchlorid, respective Eisenoxyd in einem Strome von Schwefelwasserstoff darstellen. Das so gewonnene Sulfid ist schwefelgelb, nicht magnetisch und oxydirt sich an der Luft bei Gegenwart von Feuchtigkeit.

H. Beckurts.

Eisentinctur, s. Tinet. Ferri acetici, T. Ferri chlorati, T. Ferri pomati etc.

Eisenwässer, natürliche und künstliche, s. Mineralwässer.

Eisenweinstein, s. *Tartarus ferratus* und *Tartarus ferratus purus*.

Eisenzucker, der officielle deutsche Name für Ferrum oxydatum saccharatum solubile.

Eisessig, s. Essigsäure.

Eismaschinen. Die Eismaschinen dienen entweder zur Herstellung künstlichen Eises oder zur Erzeugung von kalter Luft; letztere finden besonders in Brauereien Verwendung und sind eigentlich Kaltluftmaschinen. Die eigentlichen Eismaschinen sind entweder für continuirlichen Betrieb mit Dampf eingerichtet oder zur Herstellung kleinerer Mengen für Handbetrieb. Die Hauptbestandtheile eines solchen kleineren Apparates sind ein starker schmiedeeiserner cylindrischer Kessel, in welchem höchst concentrirte Ammoniaklösung erwärmt wird und ein cylindrischer, nach unten conisch verlaufender, doppelwandiger Condensator, welcher in einen Kübel mit kaltem Wasser taucht. Durch das Erwärmen wird das NH_3 in Freiheit gesetzt und in den Condensator getrieben, in welchem es sich in Folge der

Kühlung und des eigenen starken Druckes zu flüssigem Ammoniak verdichtet. Nun wird der Apparat in der Weise translocirt, dass der Kessel in den Kübel mit Wasser gestellt wird und der Condensator in's Freie zu stehen kommt. Damit hört zugleich die Abkühlung und der Druck im Condensator auf und das flüssige Ammoniak beginnt zu sieden. Der Siedepunkt des Ammoniaks liegt bei -32° ; die Ammoniakdämpfe werden von dem Wasser im Kessel wieder absorbiert. Das siedende Ammoniak bindet aber bei seiner Verflüchtigung eine sehr bedeutende Wärmemenge und entzieht diese seiner nächsten Umgebung. Setzt man nun in den inneren Hohlraum des Condensators ein Blechgefäß mit Wasser so, dass deren Wandungen sich berühren, so wird sehr bald der gesammte Inhalt des Blechgefäßes in Eis verwandelt sein. Diese Apparate liefern 1—2 kg Eis per Stunde und verbrauchen für 5 kg Eis von -40° 1 kg Holzkohle zur Verbrennung.

Von den Eismaschinen für stetigen Betrieb ist am bekanntesten die CARRÉ'sche Maschine, welche sich gleichfalls des Ammoniaks als Gefriermittel bedient. Auch das der Maschine zu Grunde liegende Princip ist dasselbe, nur wird die Ammoniakflüssigkeit durch Dampf erhitzt. Das Ammoniak macht also einen vollständigen Kreislauf durch und kann immer wieder benutzt werden; die Maschinen müssen aber sehr stark gearbeitet sein, da sie bedeutenden Druck auszuhalten haben. Die Maschinen sind wesentlich complicirter eingerichtet, als solche für kleinen Bedarf und haben eine Leistungsfähigkeit bis zu 500 kg Eis per Stunde.

Abweichend von den Maschinen nach dem System CARRÉ sind die LINDE'schen Maschinen, bei welchen das Ammoniakgas nicht durch Absorption wieder gewonnen, sondern durch Abkühlung und Druck abermals condensirt wird. Diese Maschinen bestehen aus zwei Pumpen, welche abwechselnd als Saug- oder Druckpumpen dienen. Verflüssigtes Ammoniak oder Schwefligsäureanhydrid wird durch die Saugpumpe in Gasform übergeführt und das abgesaugte Gas durch Druck wieder condensirt. Bei beiden Maschinen, der CARRÉ'schen (und der ähnlichen von PICTET) sowohl, als bei der LINDE'schen braucht die Construction eine minder feste zu sein, wenn statt des Ammoniaks eine Lösung von Ammoniakgas in Aether, oder (nach ROSSI) in Glycerin oder (nach TESSIÉ DU MOTAY) von schwefliger Säure in Aether oder Oxalsäureäther oder Schwefelsäuremethyläther verwendet wird.

Zu dem genannten System gesellt sich noch die Eismaschine von WINDHAUSEN, welche durch Wiederausdehnen zusammengepresster Luft Eis erzeugt. In einem dem Cylinder einer Dampfmaschine ähnlichen Cylinder wird Luft unter einem Druck von 2—4 Atmosphären comprimirt und dadurch bis auf $+30^{\circ}$ erwärmt; diese comprimirt Luft wird in den Eiszerzeuger gepresst und aus diesem behufs beschleunigter Ausdehnung mittelst Saugpumpe wieder abgesaugt; bei ihrer Wiederausdehnung auf 1 Atmosphäre erzeugt dieselbe eine Kälte von -25° bis -30° .

Die Verwendung der Eismaschinen hat trotz des hohen Anschaffungspreises (30000—35000 Mark) in neuester Zeit stetig zugenommen, und insbesondere für die heißen Klimate ist damit gewissermassen eine neue Aera angebrochen, weil dadurch der Brauereibetrieb in jenen Gegenden ermöglicht ist. So werden neuerdings auch Schiffe mit Eismaschinen ausgerüstet, wodurch der Import frisch geschlachteten Fleisches aus Südamerika und Australien in eine neue Phase tritt. In unseren Klimaten dienen die Eismaschinen besonders zur Concentrirung von Salzsöolen, so in der Stassfurter Industrie, zum Einengen des Meerwassers zur Salzgewinnung, vor Allem aber für Brauereizwecke, um in den Lagerkellern die für die Nachgärung erwünschte gleichmässige Temperatur von annähernd $6-7^{\circ}$ zu erhalten.

Ganswindt.

Eisöl, ein hier und da gebräuchlicher Name für Acidum sulfuricum Anglicum. — **Eissalbe** ist Unguentum Plumbi. — **Eispomaden** heissen solche Pomaden, welche neben einem fetten Oel nur Paraffin oder Cetaceum enthalten und nach dem Zusammenschmelzen ohne zu rühren erkalten gelassen werden, so dass eine

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 Quecksilberjodkaliumpapieres 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 Papieres 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 Knospenlage 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.

Elaeïs, 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 ölfreichem Fleisch.

Elaeïs 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 ölfreichen (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 Querstücke zer-schnittene 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 cem Quecksilber in 12 cem kalter Salpetersäure von 1.420 spec. Gewicht und schüttelt 2 cem der frischen dunkelgrünen Lösung in einer weithalsigen Flasche mit 50 cem 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 umgeschmolzen 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.).

Elaiïnseife. Die als Nebenproduct der Stearinkerzenfabrikation gewonnene technische Oelsäure (Oleïn, 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.

Elaïometer von GOBLEY ist ein mit besonderer Scala versehenes Aräometer zur Bestimmung des specifischen Gewichts fette 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 Tacamahaca-Harzes.

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

Elasticität (ἐλαστικότητα, 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-
thränen, 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 Druckelastizität, die Biegungs- und Torsionselastizität.

Die Zug- oder Druckelastizität 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 definirt 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 Be-
festigung und Belastung, sowie von der Gestalt des gebogenen Körpers ab, so
dass sich einfache Regeln für ihre Berechnung nicht aufstellen lassen.

Die Torsionselastizität 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 Vergleichkräfte 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 Nackenbände 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, $C_{20}H_{28}O_5$. Indifferentere 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. Sechseckige Tafeln. Schmelzpunkt 200° . 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 Oefnung 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, Ecbalin 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 Drastium, 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 *λείζειν*, lecken, *το ἐκλείζειν*, 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. *Oxyzel 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 pulv.* gemischt.

Electuarium Balsami Copaivae compos., Electuarium antigonorrhoeicum. 100 Th. *Balsamum Copaivae*, 150 Th. *Cubebae pulv.*, 50 Th. *Catechu pulv.* 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 eccopropticum (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 pulv.* und 50 Th. *Tartarus depur. pulv.* 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 Succi Citri*. Diese Latwerge nimmt sich sehr angenehm.

Electuarium e Senna, *Electuarium lenitivum* Ph. Germ. 10 Th. *Folia Sennae pulv.* 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 sämtlichen 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, nächstdem 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 cum Opio* (s. d.) ersetzt, die Ph. Germ. II. aber hat denselben nicht wieder aufgenommen. Die Vorschrift der Ph. Germ. I. lautet: 6 Th. *Radic 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 pulver.*, 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 anzu ziehen 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 befetzter 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 konnte 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 Flächenstückechen in dem betrachteten Punkte zum Flächeninhalt dieses Stückechens. 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 Elektricitätszerstreung 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 Fundamentalerscheinungen 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
erhal
Diese
mech
liche
Gesta
brauc
welch
dynar
Wass
mulat
elektr
nitzu
fahrer
(s. Bd
Strom
das le
seiner
Bogen

Da
das E
Kohle
kugel,
fungir
und is
Erfolg
ausgel
auf na
an Int
Vorzu
fast g
mit er
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 umherfahrenden Schraubenbooten der Londoner Hafenz Polizei. 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.

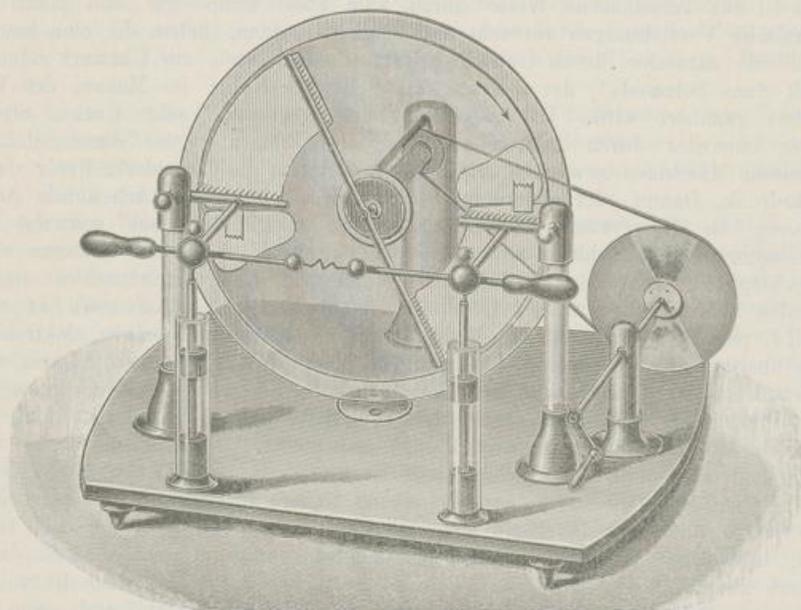
Das elektrische Bogenlicht enthält weit mehr und intensivere blaue, violette und selbst ultraviolette Strahlen als alle anderen künstlichen Lichtquellen. Es übt daher eine ähnliche kräftige chemische Wirkung aus wie das Sonnenlicht und wird mit Erfolg als Ersatz desselben in der Photographie verwerthet. 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 Elektrizität. 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 Elektrizitätsart 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 Elektrizitätsmenge wird dann auf den Conductor der Maschine übertragen. Dieser ist ein kugel- oder cylinderrörmiger guter Leiter, der ebenfalls mit einem Glasfuss auf dem Unterbrett der Maschine aufruhet. Zur Uebertragung der Elektrizität 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 Elektrizität getrennt. Die negative Elektrizität 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 gefirniste 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

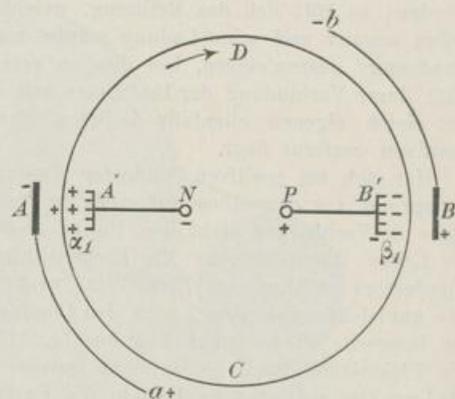
auch die Funkenzieher, zwei gestielte Kugeln an isolirenden Handgriffen, an denen man sie zusammen- und auseinanderschieben kann. Den Enden der Papierbelegungen stehen ferner zwei durch einen geraden Metallstab verbundene Saugkämme, die sogenannten überzähligen Conductoren, gegenüber. Am Fussbrett der Maschine befindet sich dann noch die zur Drehung der beweglichen Scheibe notwendige 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 Elektricität 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 β_1 der Scheibe fliesst, wenn die Funkenzieher N und P , wie immer beim Beginn eines Versuches, in Contact stehen. Die auf β_1 befindliche negative Elektricität 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, andererseits aber durch Influenz auf die Belegung B , so dass sich positive Elektricität 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 α_1 in die Nähe der letztgenannten Spitze, so wirkt er durch Influenz auf dieselbe ein. Die negative Elektricität 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 Elektricität der Belegung B auf den Sauger durch Influenz ein, das heisst, es muss negative Elektricität 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 β_1 negativ elektrisch gewordene Theil der Scheibe unter die Spitze a gelangt, strömt durch Influenzwirkung auf die Spitze aus dieser positive Elektricität 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 Elektricität 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.



ke
V
de
an
ül
st
T
in
dr
ge
Ze
an
Co
Me
ga

ein
z.
Me
aus
die
Ein

ele
der
um
der

Str

(+
H

nah
der
We
thei
der
ung
als
säm
Ato
der

sonc
fach

End
Zin
zu
wer

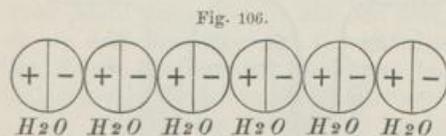
können, wenn die Kugeln in einigen Abstand von einander geschoben werden. Verbindet man jeden der Conductoren mit der Innenbelegung einer Leydenerflasche, deren äussere Belegungen in leitender Verbindung stehen, so gewinnen die Funken an Länge und gehen unverzweigt mit grossem Geknatter zwischen den 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 Conductorkugeln 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 Principe 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, 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.

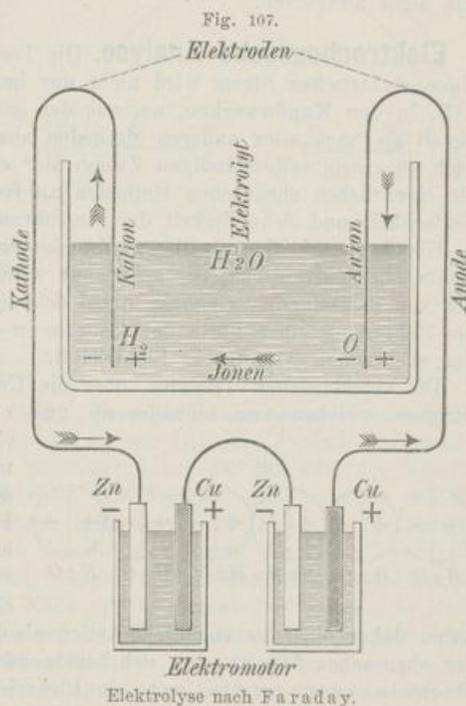
Diese Vertheilung und Richtung erstreckt sich nicht nur auf die Flüssigkeit, sondern auch auf sämtliche in dem Stromkreise enthaltenen Stoffe, bei den einfachen Stoffen also auf gleichartige Atome.

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 Zersetzungs-zelle 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 Processe 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 Ausglühen.

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 SO_3 (negativ) — KO, 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:

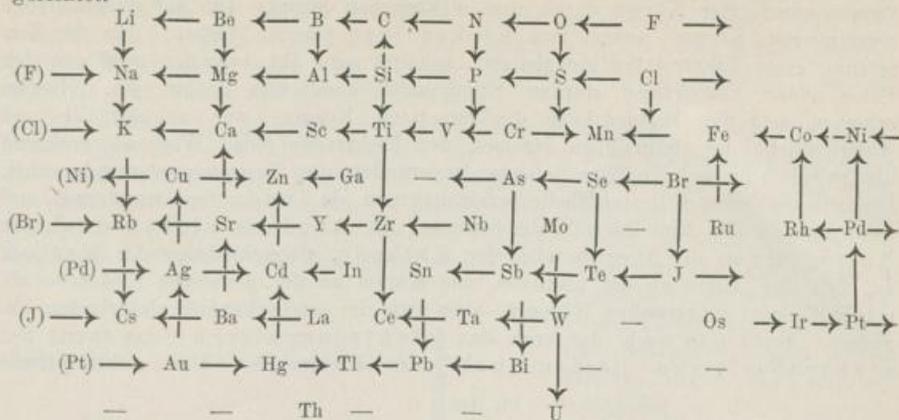
Elektronegative: O, S, N, F, Cl, Br, J, Se, P, As, Cr, V, Mo, B, C, Sb, Te, Ta, Ti, Si.

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 Elektrizität 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 Theilehen 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.

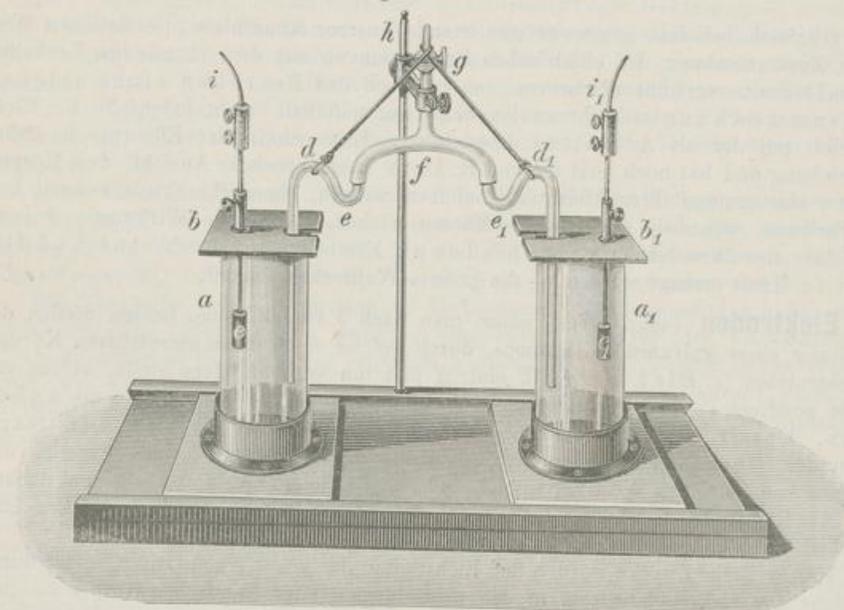
Für ärztliche Zwecke werden den Elektroden, das heisst jenen Leitertheilen, durch welche der elektrische Strom in den menschlichen oder thierischen Körper zu- und abgeleitet wird, je nach der beabsichtigten Wirkung sehr verschiedene Formen gegeben. Zumeist bestehen sie aus geraden oder schwach gekrümmten 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 Elektrizitätsentwicklung, 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. Unpolarisirbar 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.



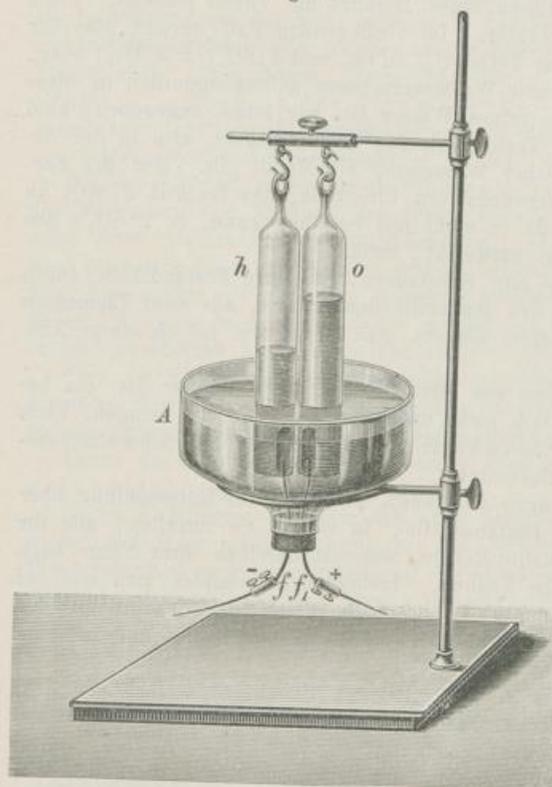
Leitung des elektrischen Stromes, bei welcher stets eine Zersetzung des Leiters erfolgt, steht im Gegensatz zur metallischen Leitung, bei welcher dies nicht der Fall ist. In flüssigen, chemisch zusammengesetzten Körpern findet nie eine Leitung des elektrischen Stromes ohne Zersetzung statt. Andererseits ist die flüssige, durch Schmelzen oder Lösung erzielte Form des Elektrolyten eine für die Zersetzung notwendige 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_1 (s. Fig. 108), in deren jedes eine Platinelektrode c und c_1 , die an den Platindrähten i , i_1 befestigt sind, hineinragt. Aus dem Innern der Gefäße führen die Röhren d , e und d_1 , e_1 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 Öffnen 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*₁ 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 abgetrennten 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 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 2H_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 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 Prozesse, 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 Prozesse 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 allmähig 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.

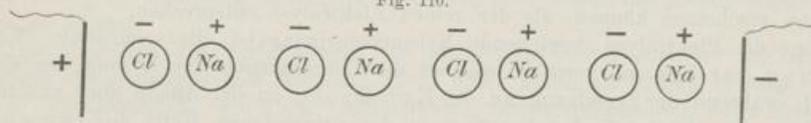
Ueber die elektrolytischen Vorgänge in der galvanischen Kette s. Elemente, galvanische und Galvanismus.

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.

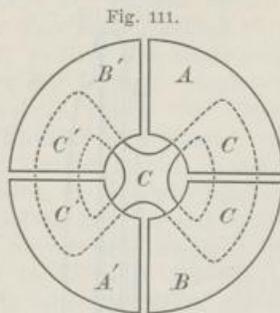
Pitsch.

Elektrometer ($\mu\acute{\epsilon}\tau\rho\omicron\nu$, 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



einer durch zwei Schnitte vollständig getheilten, cylindrischen Metallbüchse. Je zwei aneinander grenzende Quadranten sind von einander isolirt, je zwei gegenüberliegende, also AA' und BB' 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

Quecksilberschichte 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 Bodenschichte 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 Polarisation erleidet. Nach der Einschaltung der bezeichneten elektromotorischen Kraft wird für den Augenblick ein elektrischer Strom entstehen, den aber sofort die an den Elektroden auftretende Polarisation 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 notwendigen 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.

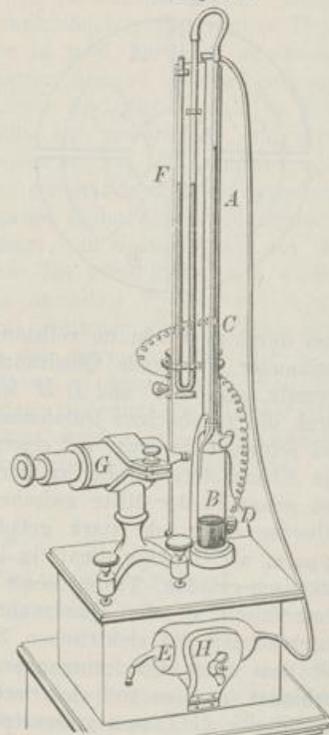
Elektromotor, s. Dynamo-elektrische Maschine, Bd. III, pag. 566.

Elektronegativ, s. Elektropositiv.

Elektrophor (*φρασιβν*, tragen) ist ein von VOLTA construirter Apparat zur Erzeugung von Electricität. 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 geringerem 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 Schichte

Fig. 112.



wir
pos
ges
in
ent
Bo
der
fest
lieg
bev
Ele
und
när
des
die
Der
kan
ein
Der
fast

bin
ele
ord
Hy
ch
ele
dies
das

des
dess

wie
ihre
due
leil
elek
ab,
der
Grö
die
dah
Wei

zwe
ist
aus
Met
die
eine
das
Gold

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. P i t s c h.

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. P i t s c h.

Elektroskop (σκόπεον, 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-, Strohhalme-, 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.

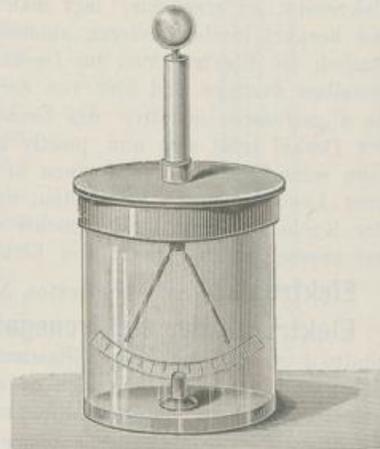
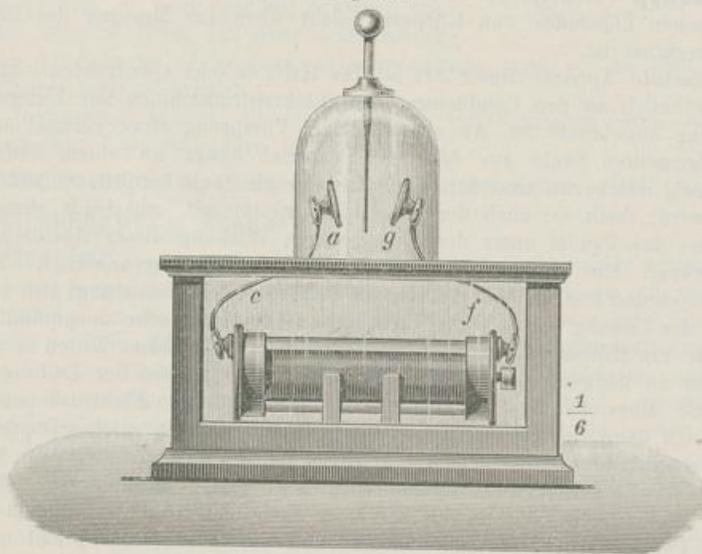


Fig. 114.



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 Glasfenster aufruhet, 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 ausführt. 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 (τόνος) 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 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.

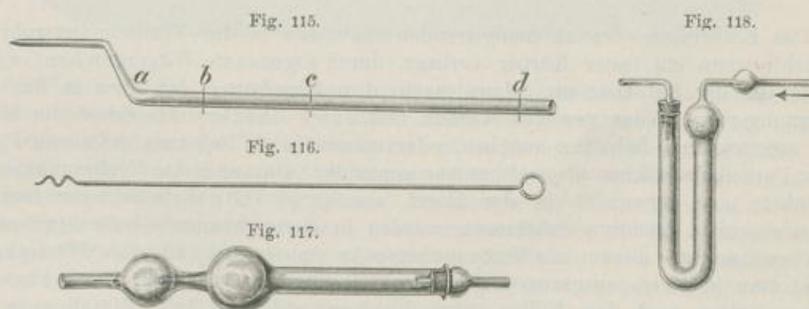
Man erhitzt die Substanz mit reinem Aetzkalk, löst die Masse in verdünnter Salpetersäure und prüft das Filtrat mit Silbernitrat, oder man zersetzt die Substanz mit rauchender Salpetersäure, verdünnt mit Wasser und prüft ebenfalls mit Silbernitratlösung.

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.

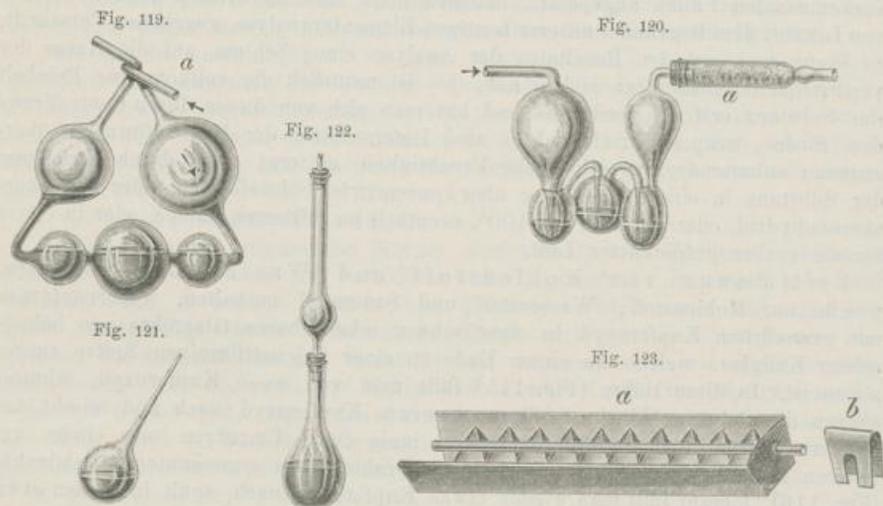
Bestimmung von Kohlenstoff und Wasserstoff. Substanzen, welche nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, verbrennt man mit granulirtem Kupferoxyd in einer schwer schmelzbaren Glasröhre von böhmischem Kaliglas, welche an einem Ende zu einer bajonettförmigen Spitze ausgezogen ist. In diese 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



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 Verbrennungsrohr 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 Glasrohr (Fig. 120 *a*), welches sowohl Wasserdampf, als die letzten Spuren unabsorbirt gebliebener Kohlensäure zurückhält.



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 0,3g Substanz zur Analyse. Flüssige, nicht flüchtige Substanzen werden in einem kleinen Glasbecherchen 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.

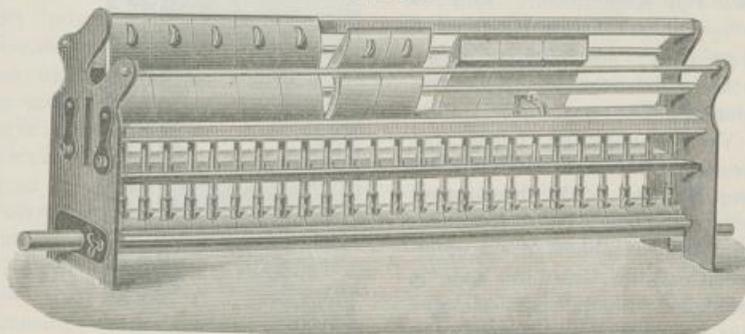
Das zur Analyse verwendete Kupferoxyd wird zur Entfernung aller Feuchtigkeit in einem Kupfertiegel ausgeglüht und noch heiss in ein birnförmiges Glasgefäß eingefüllt, welches durch einen mit Chlorealciumrohr versehenen Stopfen geschlossen ist (Fig. 122), so dass das Kupferoxyd beim Erkalten keine Feuchtigkeit 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 Verbrennungssofen gelegt und mit den Absorptionsapparaten verbunden.

Zum Erhitzen des Verbrennungsrohres 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 Oefen 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 Verbrennungssofen 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 ausgefüllten 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, Chlorealcium 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 Chlorealciumrohr 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.

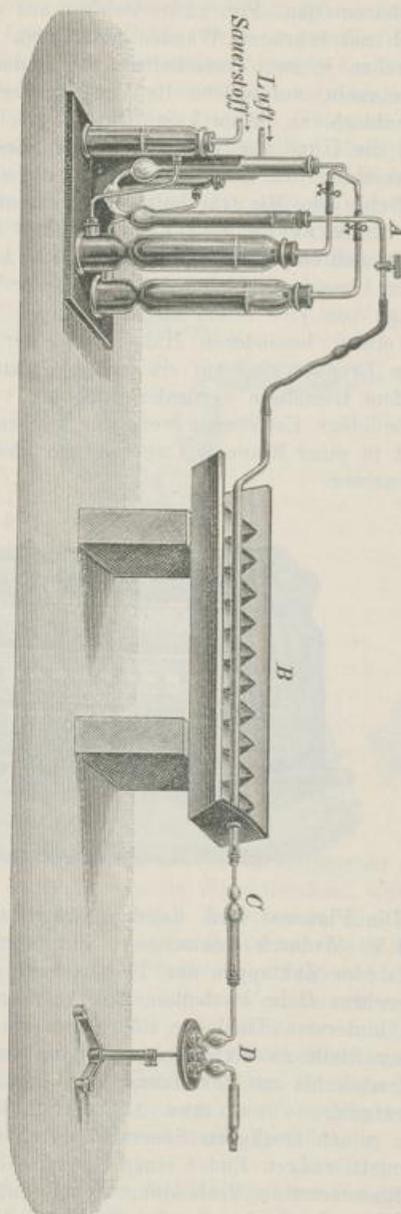


Fig. 125.

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 Vorsichtsmaßregeln 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. Oxydationsproducte 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 Sauerstoffstrome. 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.

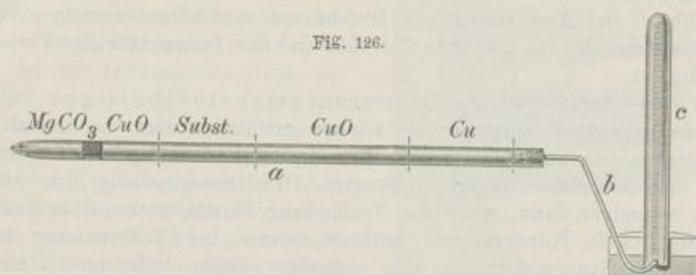
Bestimmung des Stickstoffs. Die Ermittlung des Gehaltes einer Substanz an Stickstoff geschieht meist durch einen besonderen Versuch und wird diese entweder durch Abscheidung des Stickstoffes in gasförmiger Gestalt und Messen des Volumens, oder durch Ueberführung in Ammoniak — sei es durch Verbrennung mit Natronkalk nach der Methode von VARRENTAPP und WILL oder nach der Methode von KJELDHAHL 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.



Öffnung 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 Niveaugefässes *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 VARRENTRAPP 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 Normalsäure 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.

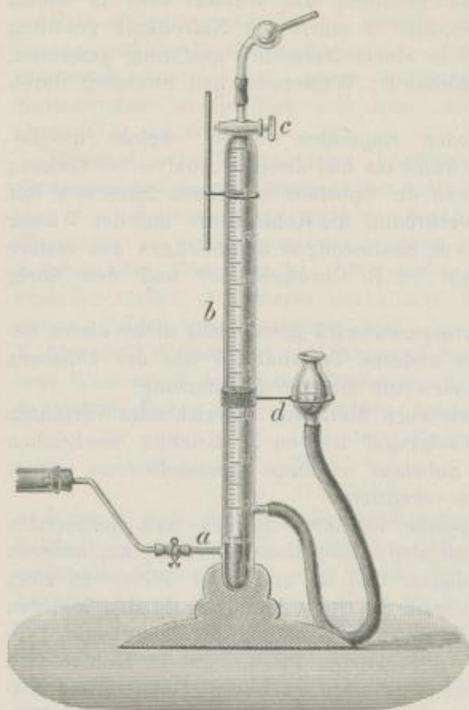
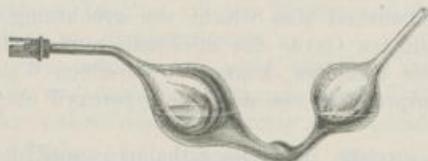


Fig. 128.



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 Nitrosoverbindungen), 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 Normalsäure 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 Benzoësäure, 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 Chlorecalciumröhre, 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 absorbiert, 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 Sauerstoffstrome 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 Schiffehen in den hinteren Theil des Rohres eingeführt und durch Erhitzen verflüchtigt, die gasförmigen Producte werden im Sauerstoffstrome 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 beigefügt, welche die Halogene vollständig zurückhält und nach dem Ausglühen im Wasserstoffstrome 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 Chlorecalcium (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 Titriren 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:

$$\begin{array}{l} C = 40.0 \text{ Procent} : 12 = 33.3 \\ H = 6.7 \quad \quad \quad : 1 = 6.70 \\ O = 53.3 \quad \quad \quad : 16 = 3.33 \end{array}$$

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 ausgesprochenen 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 Electricität, hohes, die Zahl 6 überschreitendes specifisches 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 einwandsfrei, 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 schiebt 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 Holzcylindern (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 Holzcylinder Flüssigkeit genug

anneh
durch
De
Er w
Zink-
wobei
im Zi
stoffg
Zinkp
wodur
aber
Gegen
vernie
man
consta
des W
die ke
füllen
das G

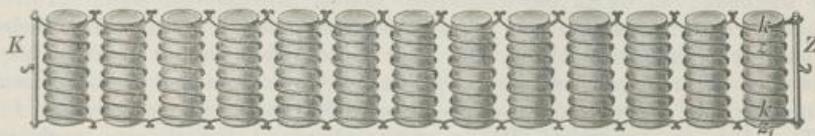
K

Da
ein al
phrag
welche
schlies
eine e
noch
geschl
säure,
und an
Wasse
setzung
den K
am Di
Schwe
Elemen
und n
veränd
stanz d
Elemen
Concen
sieb, v
cylinde
nicht s
Daniel
Princip
gehöre

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. 123.



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 ausscheidet 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 Stromwirkung 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 rauhe 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 ansetzt, 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 andern 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.

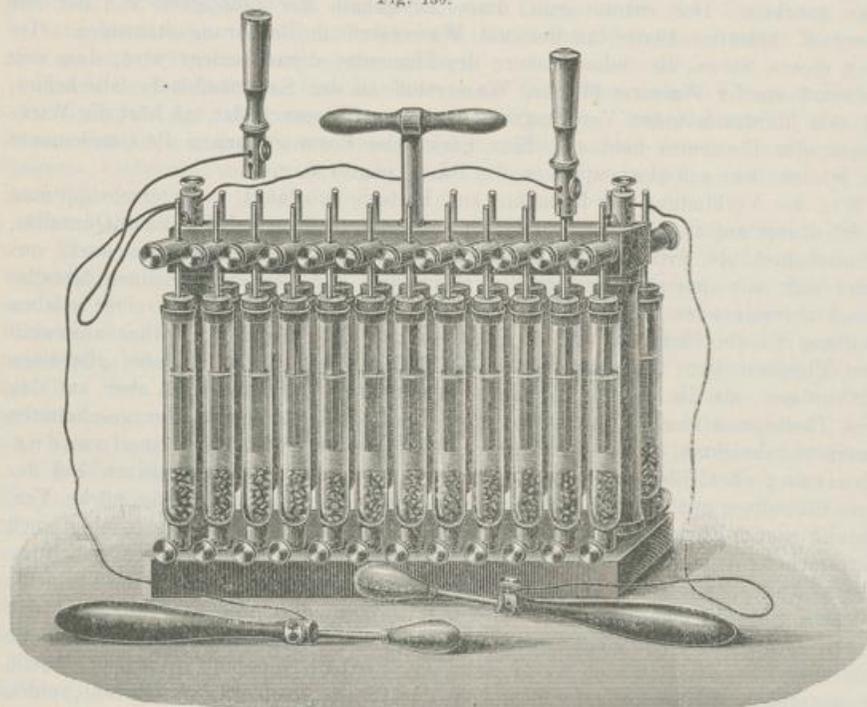
Zu ärztlichen Batterien eignet sich auch so ziemlich jedes Element, welches für einige Zeit einen constanten Strom gibt. Der Unterschied dieser Batterien liegt daher weniger in der Art der Elemente, die nur insoweit in Betracht kommt, als die Transportfähigkeit und die Möglichkeit, sie in gutem Zustande 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 Fliesspapierbausch aufruhete, der mit Zink- respective Kupfervitriol getränkt war.

Beim Chlorsilberelement nach PINCUS 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 Somaliküste, 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 bekaunt 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 Roxb.* oder von *Balsamodendron Roxbourghii 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 $(C_6H_8)_2 + OH_2$ gebildet. Daneben findet sich eine geringe Menge krystallisirbare Elemisäure $C_{35}H_{46}O_4$, 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 geschnitten und durch Feuer der Austritt des Harzes beschleunigt wird.

Anwendung findet Elemi nur noch zur Lackfabrikation.

Als Verfälschungsmittel dient Fichtenharz.

Prollius.

Elemisäure, $C_{35}H_{46}O_4$. 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° . 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 unwachsenen 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, schilffähnlichen, 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).

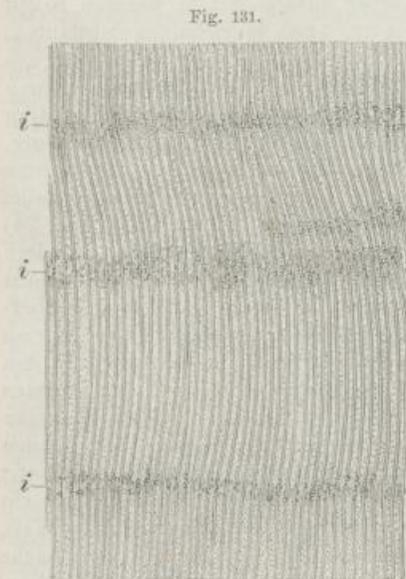
Elettaria major Sm., die Mutterpflanze der langen Ceylon-Cardamomen, ist vielleicht nur eine Varietät der vorigen, indem sie sich wesentlich nur durch die doppelt so grossen Früchte und durch die oberseits kahlen Blätter von ihr unterscheidet.

Elfenbein im engeren Sinne ist die Zahnbeinsubstanz der Stosszähne des Elefanten 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 Zahnanelchen, 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



Dünnschliff des Elfenbeins; die Interglobularräume kreuzen die Zahnanelchen (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 Zahnschmelzsubstanz 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 chlorsaurem 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, chlorsaure und unterchlorsaure, borsaure, unterschwefelsaure 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, schwefligsaure und unterschwefligsaure Alkalien verbrennen ebenfalls zu Sulfaten, salpetrigsaure 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 Ferrocyankalium im Harn, während Ferrocyankalium 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 kohlenurem 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 (Dihydroxychinin) 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 ($C_9 H_8 NO_2$) 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 Glyceuronsäure ($C_6 H_{10} O_7$), 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 Glyceuronsäurepaarung 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 Glyceuronsäureverbindung 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 (Histozytm) 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 Schweiß 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, Wurmseedöl, 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 arsenigsäures 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 Senesblätter, 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 Organodecursoren 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. *Creta* 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 $\epsilon\lambda\iota\zeta\epsilon\varsigma$, $\epsilon\lambda\lambda\iota\zeta\epsilon\varsigma$, 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 definirt, 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. *Enzianwurzel*, *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 benzoëa*.

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 hindurch 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 abgossen 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 Mysicht = *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	Böldibrunnen
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 hervorragern.

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, Na₂SO₄ 5.262, NaCO₃ 1.718 und FeH₂(CO₃)₂ 0.062 in 1000 Th. Dieser zunächst stehen die Alberts-, Königs- und Marienquelle mit NaCl 1.08, 1.39 und 1.88, Na₂SO₄ 3.13, 2.05 und 2.93, NaHCO₃ 0.86, 0.87 und 0.72 und FeH₂(CO₃)₂ 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 Na₂SO₄ 0.59 und 0.95 noch FeH₂(CO₃)₂ 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 (Emaillirung auf goldenen Schmucksachen, Ordensdecorationen, Emaillir-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 Emaillirung als Schutzmittel für eiserne Gefäße, zur Fabrikation des emallirten 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 Emaillirung zu überziehen, zu emalliren. 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 Emaillirung zwar minder spröde, ist aber aus Gesundheitsrückichten für eiserne Geschirre gesetzlich untersagt.

Die undurchsichtige weisse Farbe verdankt die Emaillirung 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 Emaillirung 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

3 Staubgefässen mit aufrechten Antheren. ♀ hat 3 in eine Säule verwachsene Griffel mit zweitheiliger oder gelappter Narbe.

Embllica officinalis Gaertn. (*Phyllanthus Emblica* L.), ein Baum Ostindiens, liefert in seinen Kapsel Früchten eine Art Myrobalanen (s. d.).

Embolus (ἐν und βάλω, werfen) ist ein in den Blutstrom gerathener Fremdkörper, welcher an einer entfernten Stelle stecken bleibt. Schon dadurch können, wenn der Pfropf einen lebenswichtigen Bezirk von der Circulation ausschliesst, gefährliche Zustände, sogar der augenblickliche Tod herbeigeführt werden. Neben diesen mechanisch wirkenden Embolis gibt es auch solche, die Entzündung erregen oder selbst zu bösartigen Geschwülsten auswachsen.

Embryo (ἐμβρυος, Keim) heisst der sich (im Ei) bildende thierische oder pflanzliche Organismus.

1. Der thierische Embryo war früher entstanden gedacht, indem man lehrte (SWAMMERDAM, MALPIGHI, VALLISNERI, HALLER, BONNET, SPALLANZANI, SENNEBIER): „seit der Schöpfung sind keine neuen Lebenskeime mehr entstanden, sondern alle vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen Generationen sind gleichzeitig, aber in immer abnehmender Grösse geschaffen und in einander eingeschlossen worden; durch die Befruchtung erhalten sie nur Nahrung und den Anstoss zur Bewegung und jedes neue Leben bezeichnet nur das Grösserwerden eines von Alters her vorhandenen Wesens und ein vom Erwachsen begleitetes Freiwerden desselben aus den mütterlichen Hüllen“ — eine Lehre, die als Präformation, Evolution, Involution, Syngenesie oder Einschachtelung bezeichnet wird. Ihr steht die gegenwärtige, auf Beobachtung gegründete Epigenese gegenüber, wie sie von HARWAY (1851) erkannt und von WOLFF (1759) u. a. ausgeführt wurde, nach welcher der Embryo aus dem Eiinhalt entsteht und seine Organe allmählig, die wichtigsten zuerst, bildet, bis erst später die feinen Einzelheiten durch Aus- und Zubau entstanden sind. Diese Umbildung wird eingeleitet durch die Zerklüftung, Theilung und Furchung des Dotters, der sich zuerst stellenweise trübt, eine kreisende Bewegung annimmt und entweder ganz oder zum Theile erst in zwei Kugeln zerfällt, welche sich nachträglich wieder theilen, so dass nacheinander 2, 4, 8, 16 u. s. w. Kugeln entstehen, bis endlich der ganze Dotter die Form einer Maulbeere (*Morula*) hat. Während nun der Keimfleck verschwindet, bildet sich im weiteren Verlaufe eine scheibenförmige Hervorragung aus kleinen Zellen, die sich langsam vergrössert und endlich den ganzen Dotter oder doch den grössten Theil desselben umschliesst (Keimhaut, Keimscheibe, Blastoderm). Die weitere Entwicklung erfolgt nun entweder unmittelbar aus dem Dotter, indem die ganze Dottermasse gleichmässig in den Embryo aufgenommen wird, also holoblastisch (z. B. bei den meisten Würmern und Mollusken) oder durch Bildung eines Primitivtheiles, der sich verdickt und von dem aus durch flächenförmige Ausbreitung die Entwicklung des Embryos allmählig vor sich geht, wodurch oft ein Theil des Dotters in einer mit dem Embryo in Verbindung stehenden „Dotterblase“ abgeschieden wird und zu dessen Ernährung dient, weshalb man dann Bildungs- und Ernährungsdotter unterscheidet und solche Eier mesoblastisch nennt.

Der Primitivtheil selbst lässt weiters wieder mehrere Schichten, die Keimblätter, unterscheiden, die im Laufe der Entwicklung immer deutlicher werden: aus der oberen Schichte, dem sogenannten „Hornblatt“, entstehen die Organe des animalen Lebens, das Skelet, die Musculatur und das Nervensystem; aus der zweiten Schichte, dem „Darmdrüsenblatt“, entstehen die Organe der Verdauung und bei den niederen Thieren auch jene des Blutlaufs; aus der dritten endlich, die zwischen beiden vorhergehenden liegt und nur den Wirbelthieren zukommt („motorisch-germinatives Blatt“), entstehen die Kreislauforgane und sie bildet die Leibeshöhlen.

Nach der Lage des Embryo oder seiner Blätter zum Dotter unterscheidet man den bauchständigen Dotter (bei den Wirbelthieren), den rückenständigen (bei den

Gliederfüßern) und den kopfständigen (bei den Kopffüßern). Bei den höheren Wirbelthieren (Reptilien, Vögeln und Säugern) entwickeln sich überdies noch eigene Eihäute, die Schafhaut (*Amnion*) und die Harnhaut (*Allantois*), die den Embryo schützend umgeben und durch Ausscheidung von Flüssigkeiten als Secretionsorgane wirken; ausserdem vertritt die letztere die Stelle eines Respirationsorganes. Bei den Säugethieren, sowie beim Menschen, wo das Ei und der Ernährungsdotter sehr klein ist, erfolgt die Entwicklung des Embryos innerhalb eines besonderen Organes der Mutter, des *Uterus*, und dieser erhält auf endosmotischem Wege durch den gefässreichen „Mutterkuchen“ (*Placenta*), der den Austausch zwischen den Blutbestandtheilen des Blutes der Mutter und des Embryo besorgt, die erforderlichen Mengen für die Ernährung und den Stoffwechsel.

Die Entwicklungszeit des Embryos bei verschiedenen Thieren ist sehr verschieden; beim Menschen beträgt sie 280 Tage.

v. Dalla Torre.

2. Der pflanzliche Embryo stellt einen in Folge des Geschlechtsactes aus der weiblichen oder Eizelle hervorgegangenen mehrzelligen Körper dar, welcher einerseits noch von der vorhergehenden Generation, welche die Geschlechtsorgane entwickelte, getragen und ernährt wird, andererseits den Anfang einer neuen Generation bildet, um später, meist erst nach einer Ruheperiode, sich weiter zu entwickeln. Da bei den Thallophyten das befruchtete Ei sich sofort von der Mutterpflanze trennt und zu einem neuen Thallus auswächst, kann bei denselben von einem Embryo noch nicht gesprochen werden, dagegen findet sich ein solcher in allen Classen des Pflanzenreiches von den Moosen aufwärts, wenn auch die Theile der Pflanzen, an denen er erzeugt wird, je nach den Classen sehr verschieden sind. Am höchsten entwickelt ist er bei den Phanerogamen, wo er bereits die ganze Anlage der zukünftigen Pflanze darstellt.

Der Embryo oder Keimling ist also die jugendliche Anlage der künftigen Pflanze im Samen. Er entsteht aus der befruchteten Eizelle, dem Ei (s. d.), und besteht aus

a) den Cotyledonen, Keim- oder Samenlappen (bei den Monocotylen einem, bei den Dicotylen zwei, bei den Gymnospermen und einigen Dicotylen oftmals mehreren);

b) der *Radicula*, der jungen Anlage der Wurzel. Dieselbe ist stets gegen das Micropylarende des Ovulums gerichtet;

c) dem hypocotylen Gliede, dem ersten Internodium der Pflanze. Dasselbe liegt zwischen der Anheftungsstelle der Wurzel und der der Cotyledonen und ist meistens sehr verkürzt;

d) der Plumula, dem Federchen oder Knöspchen, der jungen Anlage des Stengels und der Blätter. Im vollkommensten Zustande, z. B. bei der Bohne, dem Mais u. a., zeigt die Plumula um den die Spitze bildenden Vegetationspunkt schon die Anlage der ersten Blätter. Bisweilen ist auch schon das Stengeleichen entwickelt und schwach gestreckt. Im unvollkommensten Zustande besteht die Plumula nur aus dem Vegetationspunkte.

Nur selten sind die oben genannten Theile am Embryo nicht aufzufinden. Derselbe bildet alsdann nur ein längliches Körperchen ohne jede Differenzirung einzelner Organe. Einen solchen *Embryo acotyledoneus* besitzen z. B. die Orchideen und auch *Colchicum*.

Bezüglich der Lage im Samen kann der Embryo entweder gerade oder gekrümmt sein. Die Krümmung ist eine ausserordentlich verschiedene; von der nur schwachen Krümmung bei der Bohne finden sich alle Uebergänge zu der mehrmals spiralig gewundenen und verbogenen zahlreicher Solanaceen und Cruciferen (vergl. Fig. 50, Bd. III, pag. 322). Meist sind es die Cotyledonen, die durch Faltung oder Einkrümmung den gewundenen Embryo erzeugen.

Auch die Lage des Embryos zum Sameneiweiss ist sehr variabel. Der Embryo kann nämlich entweder in der Axe des Albumens liegen (*E. axialis*) oder excentrisch (*E. excentricus*) oder peripherisch (*E. periphericus*).

Meist wird nur ein Embryo im Ovulum entwickelt. Selten kommt es vor, dass durch Sprossung anderer Nucellarzellen sogenannte Pseudoembryonen neben dem eigentlichen Embryo entstehen. Solche Polyembryonie findet sich z. B. bisweilen bei Citrus.

Die Embryonen lassen sich aus den meisten der arzneilich angewendeten Samen leicht herauspräpariren. Dort, wo sie den ganzen Samen bilden, d. h. überall, wo Endosperm fehlt (Cruciferae, Cannabis, Amygdalus), genügt die Entfernung der Testa, um den Embryo frei zu legen. Aber auch die endospermhaltigen Samen machen keine Schwierigkeiten. Es genügt, dass man die Samen in Wasser einquellt und das Endosperm vorsichtig abpräparirt. So erhält man z. B. beim Kaffee, Samen Strychni, schwieriger bei den Samen der Umbelliferen die Embryonen freiliegend.

Tschirch.

Embryotomie (ἐμβρυον, die ungeborene Leibesfrucht und τέμνω, schneiden) heisst die geburtshilfliche Operation, bei welcher das (meist schon todte) Kind zerstückelt wird, weil es in toto nicht geboren werden könnte.

Emergenzen (*emergere*, hervorragen) sind haar- oder stachelförmige Bildungen an der Oberfläche von Pflanzentheilen, welche nicht wie die Haare (Trichome) ausschliesslich aus Oberhautzellen, sondern auch aus Parenchym bestehen, mitunter sogar von Gefässbündeln durchzogen sind. Sie sind in Folge dessen von ihrer Unterlage nicht so leicht abzutrennen wie die eigentlichen Haarbildungen.

Emetica (ἐμετικός, Brechen erregend, von ἐμέω, erbrechen), Brechmittel (s. d., Bd. II, pag. 372).

Th. Husemann.

