

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 Veronicæ*.

Ehrlich's Reagens, eine Auflösung von 1.0 g Sulfanilsäure, 15 ccm 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 Violett färbung 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 Thiergruppen 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 Cacaopulver 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.

Eiheln, *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.

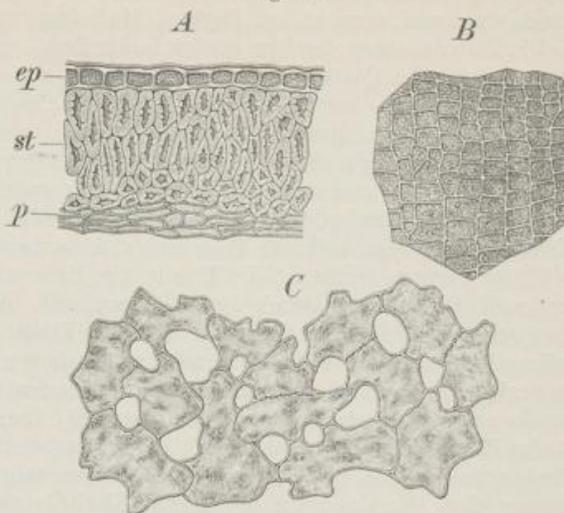
Die Eichel ist eine aus dem ursprünglich dreifächerigen und sechsamigen Fruchtknoten durch Fehlschlagen einfächerige und einsamige Nuss, welche in einer napfförmigen „Cupula“ sitzt. Ihre Form und Grösse ist sehr verschieden, im Allgemeinen jedoch sind die Eicheln länglich-eiförmig, 2—3 cm lang und etwa 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 Aussenseite 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 Porencanälen 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*).

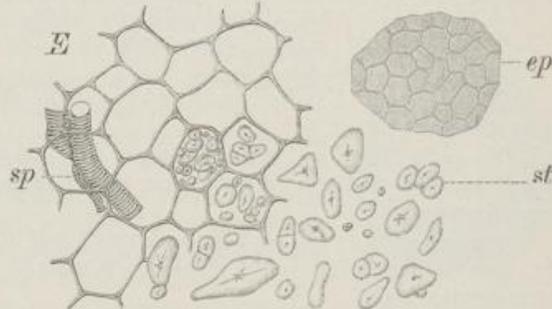
Die Eichelsamen enthalten 38 Procent Stärke, 7—9 Procent Gerbstoff, fettes Oel, nicht krystallisirenden Zucker und mannitähnlichen Zucker (Quercit), Citronensäure und Spuren eines ätherischen Oeles. Die Asche ist reich an Kali und Phosphaten,

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. 100.

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. I., 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, blos aus den Keimlappen, sondern enthält die Fruchtschalen mit vermahlen. Mit Hilfe des Mikroskopes verräth sich diese Fälschung auf den ersten Blick.

J. Moeller.

Eichenbitter, Quercin. 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 $C_{20}H_{22}O_{12}$ 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, $C_{11}H_{10}O_6 + \frac{1}{2}H_2O$, 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 beigemischt 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 wohlschmeckend, 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 Rogen des Lachses und Kabeljaus wird in getrocknetem Zustande verbraucht, während der Rogen 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) kohlen-sauren Kalk 89—97 Procent, kohlen-saure 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 Reconvalescenten, 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 gesundheitsschädlich. 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 Fröhsommereier, 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 durch Krankheiten der Henne und auch durch den Begattungsact 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 Eiinhaltes 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: Campecheholz; für Roth: Fernambukholz, unter Zusatz von etwas Alaun und Weinstein; für Gelb: Zwiebelshalen oder Gelbholz unter Zusatz von etwas Soda, oder Gelbbeeren unter Zusatz von Alaun; für Grün: Gelbholz und Indigo-carmin. 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 vermischt 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 Anpressen 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 SCHAEGLER wird es im Grossen als Nebenproduct der Albuminfabrikation gewonnen und bildet ein ausgezeichnetes Material für die Sämischerberei. 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 specifische 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 äthyopischen 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 „Surmaja“ (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 Assyrer 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 essigsaurem oder schwefelsaurem 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 Secirssälen, 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 welehem 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 verschieden 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 welehem 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 welehem 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, fertigt 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 Cascariillae, 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, Einfallslloth, 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 schmutzigbraunen, 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.

Einnehme gläser, 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 übersehende 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 beigemischt 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 Blüthentheile 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 halbwilden Völkern, gesammelt wird, so kann es nicht überraschen, dass sowohl in unverantwortlicher Weise dabei vergeudet 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*, *Anmoniacum*), 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 trocken lassen und die Neigung zeigen, sobald sie genügende Luftfeuchtigkeit finden, auszutreiben. Besonders schleim- und zuckerreiche Drogen sind schwer zu trocken. 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 trocken, 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 Trocknen, 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 Arnika-rhizom 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 Korkschicht 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 Korkschicht nicht dadurch, dass sie die Verdunstung der ätherischen Oele herabmindert, mehr nützt als sie die Brauchbarkeit der Droge durch die Beimischung der wenigen indifferenten Korkschichten 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 cervin.</i> 25	<i>Fol. Digitalis</i> 20	<i>Herb. Serpylli</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>Maleae 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>Melliloti</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 arenar.*
— *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 Convallariae.
— *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.*
— *Jaceae.*
— *Millefolii.*
— *Pulmonariae.*
— *Rutae.*
— *Salviae.*
— *Tanacetii.*
— *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.*
— *Maleae 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.*
 — *Centaurei minor.*
 — *Clematidis.*
 — *Cochleariae.*
 — *Fumariae.*
 — *Gratiolae.*
 — *Hyssopi.*
 — *Lapathi acut.*
 — *Ledi palustr.*
 — *Marubii alb.*
 — *Matricariae.*
 — *Millefolii.*
 — *Polygalae amarae.*
 — *Rhois Toxicodendron.*
 — *Rosmarini.*
 — *Rutae.*
 — *Saponariae.*
 — *Scabiosae.*
 — *Scolopendri.*
 — *Scordii.*
 — *Serpilli.*
 — *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.*
 — *Centaurei min.*
 — *Chenopodii ambr.*
 — *Cichorei.*
 — *Euphrasiae.*
 — *Galeopsidis grandifl.*
 — *Hyperici.*
 — *Lactucae viros.*
 — *Linariae.*
 — *Marrubii alb.*
 — *Majoranae.*
 — *Meliloti c. fl.*
 — *Origanii vulg.*
 — *Pulegii.*
 — *Saturejae.*
 — *Scordii.*
 — *Scabiosae.*
 — *Tanaceti.*
 — *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 Bodensatz 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 Structuren — 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, $n = 1,56$; Monobromnaphthalin, $n = 1,658$; Kaliumquecksilberjodid, $n = 1,682$ u. A.

Für feuchte Objecte kommen vorzugsweise in Verwendung: Glycerin, Glycerin-gemische, Glyceringelatine, Gummi arabicum, Chlorkalium, essigsaures 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 Schrumpfungen 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 zugeben und mit dieser Behandlung so lange fortzufahren, bis der Raum unter dem Deckglase vollständig mit nicht verdunsteter Flüssigkeit erfüllt ist.

Die Glyceeringelatine (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 Chlorecalcium 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 Chlorecalcium 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 „groben 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 Strukturverhältnisse erblickt.

Dippel.

Einstreupulver. Als solches pflegt man stets Lycopodium zu dispensiren, falls nicht ausdrücklich ein Streupulver anderer Art (s. Pulvis inspensorius) 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 farblos 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° 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°.

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 Berührungsstellen 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 Regelationserscheinung. 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 Berührungsstellen 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 Schneesternern von mannigfacher Gestalt gruppiren. Nach TYNDALL besteht das Eis aus lauter Schneesternern. Es bricht vermöge seiner Krystallisation das Licht doppelt. Trockenes Eis leitet Wärme und Electricität schlecht. Es lässt die leuchtenden Lichtstrahlen durch, während es die dunklen Wärmestrahlen absorbirt 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 absorbirt, 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 Eismschlägen, 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 vorräthig zu halten sei, und ist in einzelnen Staaten das Eis, obgleich in die Series medicaminum nicht aufgenommen, in den Apotheken obligatorisch vorräthig 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 trichterförmig 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 Ausbente 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 unbedeutliche. 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. **Magneisenstein**, 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 $Fe_2(OH)_4$, 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, $Fe(AsS)_2$, obgleich diese letzteren für die Gewinnung von Eisen nicht in Betracht kommen.

Die Frage, zu welcher Zeit gediegenes Eisen aus seinen Erzen zuerst abgetrennt 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 HIÖB, 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

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 beispielsweise das Land der Chalyber und die Gegend von Norikum; bezeichnete man doch eine ganz besonders harte Stahlsorte aus diesem Grunde mit $\chi\lambda\upsilon\psi$.

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 Gegensatze 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.

Nachfolgende Uebersicht wird am besten im Stande sein, die Differenzen bezüglich der Schmelzbarkeit der verschiedenen Eisensorten zum Ausdruck zu bringen; die Unterschiede zwischen grauem und weissem Roheisen werden später (bei Roheisen) besprochen werden.

Es schmelzen:

Leicht schmelzbares weisses Roheisen bei	1050°
Schwer " " " "	1100°
Leicht schmelzbares graues Roheisen "	1100°
Schwer " " " "	1200°
Leicht schmelzbarer Stahl	1300°
Schwer " " " "	1400°
Schmiedeeisen	1500—1700°

wobei indessen zu beachten ist, dass diese Angaben selbstverständlich nur ungefähre sind, und Schwankungen innerhalb gewisser Grenzen beobachtet werden.

a) **Roheisen.** Dasselbe wird hüttenmännisch durch Reduction von Eisenerzen mit Kohle gewonnen. Der Fabrikationsbetrieb ist ein continuirlicher und erfolgt in eigenthümlich construirten Oefen, den sogenannten Hohöfen oder Hochöfen, deren Ursprung bis in die Mitte des 15. Jahrhunderts hinein verfolgt werden kann.

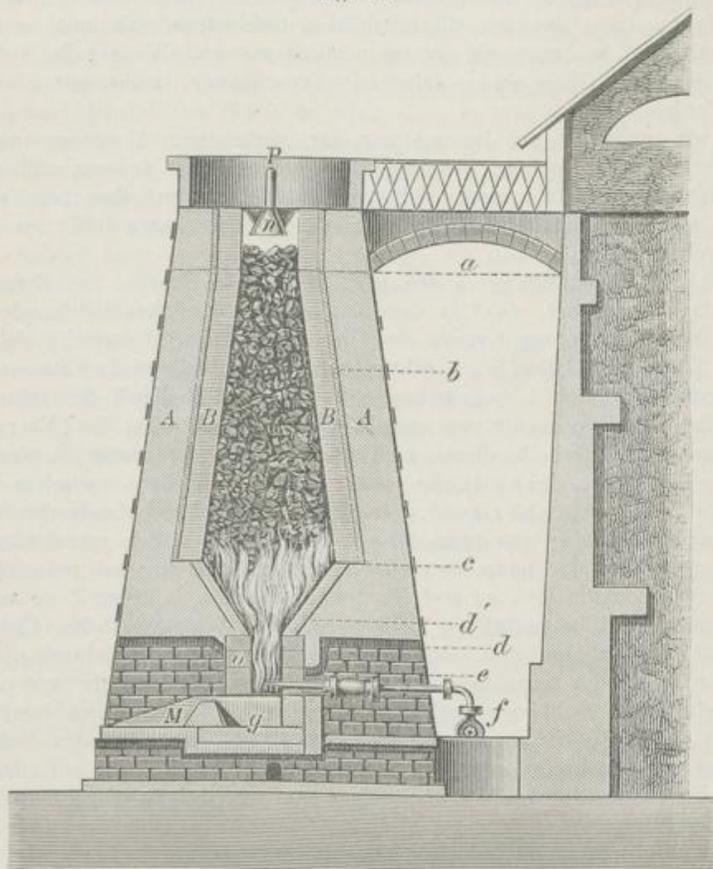
Ein Hohofen ist ein etwa 15—20 m hoher Schachtofen, dessen äusserer Mantel, der „Rauschacht“ *A* aus gewöhnlichen, gut gebrannten Ziegelsteinen besteht, während seine innere Höhlung, der „Kernschacht“ *B*, mit einer Schicht feuerfester, sogenannter Chamotteziegel ausgekleidet ist. Der Horizontalschnitt zeigt sich an jeder Stelle des Ofens kreisrund, der Verticaldurchschnitt dagegen zeigt bei den einzelnen Oefen sehr verschiedene Gestalt. Die in nebenstehender Fig. 101 veranschaulichte ältere Form ist diejenige, nach welcher auch heute noch die meisten Oefen construiert werden; sie hat die Gestalt zweier mit den Grundflächen aufeinander gestellter, abgestumpfter Kegel. Der obere grössere *a—c* heisst der „Schacht“, der untere kleinere die „Rast“, *c—d*. Der Theil des Ofens, welcher den grössten Durchmesser besitzt — bei *c* — wird „Kohlensack“ genannt. Unterhalb der Rast verengert sich der Ofen zu dem sogenannten „Gestell“, *d—f*. In dem untersten Theil des Ofens, dem „Herde“ *g*, sammelt sich das während des Betriebes gebildete geschmolzene Eisen an; von dort wird es in bestimmten Intervallen durch sogenannte „Abstichöffnungen“ abgelassen, welche während der übrigen Zeit durch Verschmieren mit Lehm geschlossen gehalten werden. Die oberste Oeffnung *a* des Ofens dient zum Einfüllen der Charge, d. h. von Erz, Kohle und Zuschlägen, und heisst „Gicht“. Der Herd *g* ist nach der Arbeitsöffnung verlängert und bildet eine Art Vorherd, der durch den Wallstein *M* begrenzt wird, der auf der einen Seite den Chamotteziegeln anliegt, auf der anderen einen Schlitz für die Abstichöffnung frei lässt. Die vordere Seite des Herdes wird durch den „Tümpel“ *o* begrenzt, so dass zwischen ihm und dem Wallstein eine schlitzförmige Oeffnung bleibt, durch welche den Schlacken ein Ausgang ermöglicht wird. In dem Gestell befinden sich ferner zwei, drei oder mehrere Oeffnungen, in welche die Düsen, Deusen oder Deupen genannten Mundstücke der Windzuleitungsrohren *f*, welche den Hohofen mit Luft speisen, eintreten.

Die für den Betrieb nothwendige comprimirt Luft wird gegenwärtig durchwegs durch das sogenannte Cylindergebläse erzeugt, d. h. durch eine doppelt wirkende, der französischen Luftpumpe ähnlich construirte Compressionspumpe. Um einen möglichst gleichmässigen Luftstrom zu verwenden, treibt das Gebläse die comprimirt Luft nicht direct in den Hohofen. Die letztere wird vielmehr vorher in einem Windkessel gesammelt und erst aus diesem in den Ofen geleitet, so dass nur kleine Druckdifferenzen eintreten können. Der Betrieb des Gebläses erfolgt entweder durch Wasserkraft oder in Ermangelung derselben durch Dampfkraft. Mit Pferden betriebene Göpelwerke etc. dürften nur noch ausnahmsweise einmal vorkommen.

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 Vercoekungsprocess 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 „Vorwärmezone“ genannt. Innerhalb dieser wird die Charge vorgewärmt, ausgetrocknet und aufgelockert. Sie sinkt allmählig 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 Eisenoxydoxidul, 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. kohlenstoffreies 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 Kohlunugszone 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 gültigen 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 $Fe_3C + Fe_2C$ 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 vortheilhaft 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 *Tempern* oder *Adoucirer* 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 Silicatschlacke (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 Eisenheilchen 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 beendet 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 unerschmelzbar 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 Kohlhung 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 Kohlhung 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 Stahlart 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, Bessemeren, 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 Stahlart 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 ingenüsen 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 müsste, 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, orangegelbe 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 ausschlagende 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 spectroscopische 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 einigermassen 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 Nachtheile, 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, umsomehr, 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.

Martinstahl 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 allmähig 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

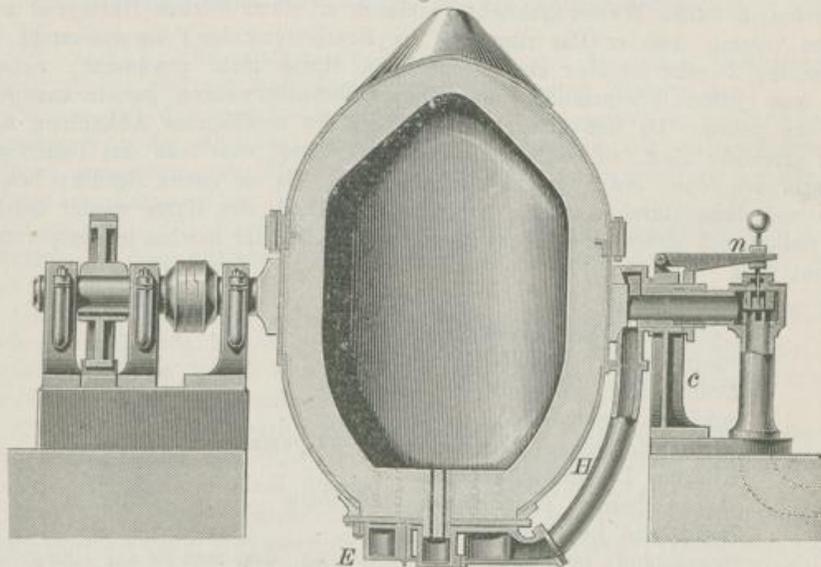
Gegenstände, z. B. Eisenbahnschienen etc., zu Stahl zu verarbeiten. Er dient zur Anfertigung von Maschinenteilen, namentlich auch von Gewehrläufen.

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 specifische 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 Dünneflüssigkeit 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°
Aexte, Hobeisen, 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 Handelseisens 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 essigsauerm 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 „Normalstahl“, 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 ccm.

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 ccm 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 Handelseisens 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, allmählich 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-VARENTRAPP'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 köhligen 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 SONNENSCHN. Zur Ausführung derselben löst man 1 g Eisen in einem Gemisch von 6 ccm Salpetersäure von 1.2 spec. Gew. und 6 ccm 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 ccm 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 ccm 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 ccm Salpetersäure von 1.2 spec. Gew. und 100 ccm 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 ccm derselben entspricht 0.002 Mangan.

Der Titer wird auf jodometrischem Wege festgestellt, indem das ausgeschiedene Jod durch Natriumbiosulfat 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:	Gran- 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 Kreidetiigel, wobei die Verunreinigungen oxydirt und vom Tiigel aufgesogen werden. Es ist fast silberweiss, sehr weich und politurfähig und besitzt ein specifisches 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* (= *aes*, 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*, $\text{FeAs}_2 \cdot \text{FeS}_3$ 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.

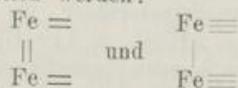
Bei gewöhnlicher Temperatur in vollkommen trockener Luft bleibt das Eisen unverändert, in feuchter, kohlenensäurehaltiger Luft wird es dagegen oxydirt, es rostet. Das Rosten des Eisens besteht in einer oberflächlichen Oxydation desselben, welche besonders leicht bei Gegenwart von Kohlensäure erfolgt. 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 Tem-peratur. 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 zer-setzt Eisen das Wasser, und zwar wird nach den Angaben von HALL und GUIBOUT 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 dreiwertig auftritt, indem je zwei Atome Eisen entweder durch zwei oder nur durch eine Affinitätseinheit zusammengehalten werden:

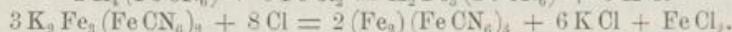
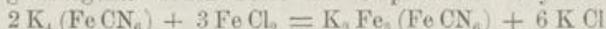


Die Verbindungen, in welchen das Eisen zweiwertig auftritt, nennt man Eisen-oxydul- oder Ferroverbindungen, diejenigen, in welchen es als dreiwertiges Metall fungirt, Eisenoxyd- oder Ferriverbindungen. Dass in den Eisenoxydverbindungen wirklich 2 Atome Eisen im Moleküle vorhanden sind, ergibt sich aus 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 allmähliche 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. Ferrocyankalium 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.



Ferrieyanalkalium 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.

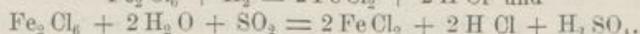
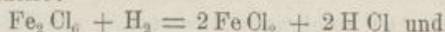
Aus Eisenoxydsalzlösungen fällen Aetzalkalien und Ammoniak Eisenoxydhydrat ($\text{Fe}_2[\text{OH}]_6$), welches im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslich ist. Organische Säuren hindern die Bildung des Niederschlages. Kohlensaures Baryum fällt in der Kälte Eisenoxydhydrat ($\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 3\text{BaCO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2[\text{OH}]_6 + 3\text{BaCl}_2 + 3\text{CO}_2$); 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 ($\text{Fe}_2[\text{CNS}]_6$), Ferrocyankalium 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: $3\text{K}_4\text{FeCN}_6 + 2\text{Fe}_2\text{Cl}_6 = (\text{Fe}_2)_2(\text{FeCN}_6)_3 + 12\text{KCl}$. In Salzsäure ist Berlinerblau unlöslich, Kalilauge zerlegt es unter Bildung von Eisenhydroxyd und Ferrocyankalium: $(\text{Fe}_2)_2(\text{FeCN}_6)_3 + 12\text{KOH} = 3\text{K}_4\text{FeCN}_6 + 2\text{Fe}_2(\text{OH})_6$.

Roths Blutlaugensalz erzeugt keinen Niederschlag, sondern bewirkt nur eine dunkelbraune Färbung der Flüssigkeit. Gerbsäure bewirkt in neutralen Lösungen eine tief blauschwarze 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 chloresäures 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 ccm $\frac{1}{10}$ -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 Probeffüssigkeiten 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 kohlensaurem 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 Wasserstoffströme bei Glühhitze. Nur das Eisenoxyd wird reducirt, aus dem Gewichte nach dem Glühen im Wasserstoffströme 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 gefälltem kohlensaurem 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 kohlensauren 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 kieselsaurem 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. Ferrocyanwasserstoff.

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 allmählich zu einem Gemisch von Eisenoxyd und Eisenchlorid oxydirt: $6\text{FeCl}_2 + 3\text{O} = 2\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + \text{Fe}_2\text{O}_3$. 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 Ferrichlorati* und *Tinctura Ferrichlorati*.

Eisenchlorürchlorid, Ferroferriehlorid, $\text{Fe}_3\text{Cl}_8 + 18\text{H}_2\text{O}$ 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 unzerstört 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 Nitrosylehlorid 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 vermischten 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 FRESenius 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 Ferrieyankalium; 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*, Fe_2CN_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 kiesel-saurem Eisenoxydul bestehende Veroneser Grün zu nennen.

Blaue Eisenfarben sind Berlinerblau und Turnbullsblau.

Das Eisenoxyd gibt ferner mit einer grossen Anzahl von organischen Farbstoffen meist dunkelgefärbte Lacke. Der Alizarineisenoxyd-lack 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 Fluortür, FeF_2 , sofern die Luft keinen Zutritt hatte, im anderen Falle entsteht ein Gemenge von Eisenfluorid und Eisenoxyd. Das gelöste Eisenfluortür, 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 Eisenfluortürs 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 Porzellantiigel 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 wässrigen 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 kohlen-saures 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 Wasserleitungsrohren, 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 angerührt, 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 angerührt.
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, *Eisenmonooxyd*, *Ferrooxyd*, 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*, *Ferrohydroxyd*, $Fe(OH)_2$. 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 schmutzigrünes 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, *Ferroferrioxyd*, Fe_3O_4 . Findet sich in der Natur in grossen Mengen als Magnet Eisenstein in schwarzen, stark glänzenden, regulären Octaëdern,

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 fallen aus einer Lösung gleicher Aequivalente von Eisenoxydul- und Eisenoxydsalzen einen samtschwarzen 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 wässeriger 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 Ferrocarbonat an der Luft; 3. durch Glühen von gefällttem und an der Luft höher oxydirtem Eisenoxydulhydrat. Kohle oder Kohlenoxyd reduciren das Eisenoxyd zu Eisenoxyduloxyd, schliesslich zu metallischem Eisen. Wasserstoff reducirt auch bei niedriger 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 Säuerlingen und entsteht beim Rosten des Eisens, sowie bei der Zersetzung der Eisenoxydul- und Eisenoxydverbindungen, der Eisensulfide etc. Natürliche und künstliche Eisenhydroxyde haben oft verschiedenen 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 Eisenmineralien 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 gefällttem 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 $\text{Fe}_2\text{O}_6\text{H}_6 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ist im *Limonit* enthalten und bildet sich beim Rosten von Eisen in lufthaltigem Wasser, durch Fällung 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, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{BaO}$.

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 schwefelsäurem 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-Entwicklung 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 Ausrösthenslassen 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 beigelegt 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 im 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.

Arsenigsaurer 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 Eisensäuerlingen, 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 Eisensäuerlingen 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 Eisenoxydsulfat.

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 Eisenoxydsulfat, 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 Eisenoxydsulfat. — 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. Eisenoxydulsulfat 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) Eisenoxydsalze.

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 Eisenoxyduls bildet sich nach WITTSTEIN das *arsenigsaure*

Eisenoxyduloxyd, 6FeO , $3 \text{Fe}_2\text{O}_3$, $4 \text{As}_2\text{O}_3 + 32 \text{H}_2\text{O}$ 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 WITTSTEIN die Zusammensetzung $2 \text{Fe}_2(\text{HAs}_4\text{O}_4)_3 + 9 \text{H}_2\text{O}$ besitzt.

Basische Arsenate finden sich ferner in der Natur. Der *Eisensinter* ist $2 \text{Fe}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})_3 + 9 \text{H}_2\text{O}$, *Pharmakosiderit* ist $\text{Fe}_2(\text{AsP})_2\text{O}_8 + \text{Fe}_2(\text{As.P})\text{O}_4(\text{OH})_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$.

Essigsäures Eisenoxyd, s. unter *Ferrum aceticum* und *Liq. Ferri aceticum*.

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

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

Kieselsaures 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*, $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{PO}_4$, entsteht in kleinen rosarothern Krystallen beim Auflösen von Eisenhydroxyd in einer concentrirten Lösung von Phosphorsäure und Abdampfen der Lösung. Ein *saures Phosphat*, $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_2 + 2 \text{H}_2\text{PO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$, 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*, $\text{Fe}_2(\text{OH})_3\text{PO}_4$.

Pyrophosphorsaures Eisenoxyd, $(\text{Fe}_2)_2(\text{P}_2\text{O}_7)_3$, 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*, $\text{Fe}_4(\text{P}_2\text{O}_7)_3 + 2 \text{Na}_4(\text{P}_2\text{O}_7)$, 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 *Coquimbit* 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 Eisenoxydulsulfat 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 Eisenalaune. Das wichtigste unter diesen Eisenalaunen 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.

Eisenschaum 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 angereicht, 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 Krystallfittern 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 Sulfoeyanwasserstoffsäure 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 Sulfoeyanalkalimetall wird in der Analyse zur Erkennung der Eisenoxyd- und Sulfoeyanalsalze benutzt.

H. Beckurts.

Eisensulfurete, Eisensulfür, Halbschwefeleisen, Fe_2S . Entsteht durch Glühen des Ferrosulfats im Wasserstoffstrom, wobei sich schwefelige 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: $FeCl_2 + (NH_4)_2S = FeS + 2NH_4Cl$. — $Fe_2Cl_6 + 3(NH_4)_2S = 2FeS + S + 6NH_4Cl$.

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

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_3S_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 $6\text{FeS} + \text{Fe}_3\text{S}_4$ 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 Tiegel 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 Wasserstoffsulfid. 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. *Tinct. 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 siedeln. 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 Eiszeuger 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 Nachgährung 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 Quecksilberjodkaliumpapiers die flockige Fällung auftritt und man sich nun damit zufrieden gibt, die Gegenwart von Eiweiss constatirt zu haben, so hat man keine Ahnung davon, dass auf weiteren Zusatz von 3 und 4 Stückchen dieses Papiers noch immer ein Niederschlag entstehen würde. Es ist also anzurathen, von beiden Papieren so lange kleine Stücke in den Harn zu geben, als nach dem Auslaugen derselben durch Schütteln immer wieder der Niederschlag sich vermehrt.

Loebisch.

El Molar in Spanien, unweit Madrid, besitzt Schwefelquellen.