

unter geschliffene, weisse Glasstücke eine gefärbte metallische Folie legt.

*Th. S.*

**Edingtonit.** Die chemische Zusammensetzung dieses bei Kilpatrick, unweit Glasgow, vorkommenden Minerals ist durch Turner's Analyse desselben noch nicht gehörig ermittelt. Turner fand darin: 35,09 Kieselerde, 27,69 Thonerde, 12,68 Kalkerde und 13,32 Wasser, wobei sich ein Verlust von 11,22 ergibt, der möglicherweise in einem Alkaligehalt des Minerals seinen Grund hat. Das Mineral krystallisirt nach dem quadratischen (2 und 4axigen) Systeme. Seine Krystalle, quadratische Säulen mit den Flächen eines quadratischen Hemi-Octäders zugespitzt, sind meistens sehr klein. Farbe: graulich weifs. Härte: zwischen Apatit und Flussspath. Spec. Gew. 2,7.

*Th. S.*

**Educt** heifst ein bei einer chemischen Zersetzung erhaltener Körper, wenn er als solcher schon in der zersetzten Verbindung enthalten war, also einen Bestandtheil derselben ausmachte, im Gegensatz zu Product, welchen Namen er führt, wenn er bei der Zersetzung erst erzeugt wurde. Die Unterscheidung kann natürlich nur in Anwendung kommen, wenn das Resultat der Zersetzung ein zusammengesetzter Körper ist; ein einfacher ist immer Educt. Allein selbst da, wo sie zulässig ist, hängt gar manches von unserer Vorstellung über die Zusammensetzung der zerlegten Verbindung ab. Die Kohlensäure, aus Kreide durch Salzsäure entwickelt, wird allgemein für ein Educt angesehen, gleichwie man sie, durch Gährung des Zuckers erhalten, für ein Product erklärt. Dennoch würde sie auch im ersten Falle ein Product genannt werden müssen, wenn sich die Dulong'sche Ansicht von der Zusammensetzung der Salze bestätigt. Zuweilen ist nicht leicht zu entscheiden, ob man es mit einem Product oder Educt zu thun habe.

*P.*

**Edulcoriren s. Aussüfsen** Thl. I. S. 644.

**Edwardsit**, ein zu den Phosphaten gehöriges Mineral; nach Shepard's Analyse bestehend aus: 26,66 Phosphorsäure, 56,53 Ceroxydul, 7,77 Zirkonerde, 4,44 Thonerde und 3,33 Kieselerde. Eine Formel kann hiernach mit Sicherheit nicht aufgestellt werden. Das Mineral krystallisirt in Formen des 2 und 4gliedrigen Krystallsystems. Die Krystalle sind klein und tafelartig. Farbe: hyacinthroth. Glas- bis Diamantglanz. Härte: zwischen Apatit und Flussspath. Spec. Gew. 4,2—4,6. Bis jetzt nur im Gneuse von Norwich in Connecticut gefunden. G. Rose hat darauf aufmerksam gemacht, dass der Edwardsit wahrscheinlich mit dem Monazit (s. d.) in naher Verwandtschaft stehe.

*Th. S.*

**Effervesciren s. Aufbrausen** Thl. I. S. 593.

**Effloresciren s. Auswittern oder Beschlag** Thl. I. S. 649 und 770.

**Ehlit.** Dem Libethenit (s. d.) hinsichtlich seiner Zusammensetzung (64,858 Kupferoxyd, 26,206 Phosphorsäure, 8,931 Wasser, nach Bergemann) sehr nahe verwandt, jedoch durch seine, nur nach einer Richtung gehende Spaltbarkeit davon verschieden. Fundort: Ehl bei Linz, am Rhein.

*Th. S.*

**Ei** nennt man den weiblichen Zeugungsstoff mit seinen Hüllen, mag sich derselbe noch unbefruchtet im Eierstock befinden, oder bereits

befruchtet sich von demselben getrennt haben, um sich entweder im mütterlichen Körper oder auferhalb desselben zu einem neuen Individuum zu entwickeln. Demgemäfs ist nicht blofs die morphologische Anordnung, sondern auch die chemische Zusammensetzung eines und desselben Eies auf verschiedenen Stufen seiner Entwicklung eine verschiedene.

Im Eierstocke bestehen die (sehr kleinen) Eier aus einer structurlosen äufsern Membran, dem Chorion, welches den in ihm enthaltenen Dotter anfangs enge umschlieft; später sammelt sich zwischen beiden mehr oder weniger Flüssigkeit an, das Eiweiß. Der Dotter erscheint dann von einer sehr zarten Haut umgeben und enthält in seinem flüssigen Innern ein kleineres, mit klarer Flüssigkeit erfülltes Bläschen, das Keimbläschen, welches wieder einen oder mehrere dunkle Körperchen, den Keimfleck, einschlieft. Neben dem Keimbläschen entdeckt man im Innern des Dotters noch andere organische Zellen von verschiedener Gröfse mit anfangs hellerem, später dunklerem, meistens gefärbtem Inhalte und auferdem eine gröfsere oder geringere Anzahl von Fetttröpfchen.

Das Gesagte gilt im Wesentlichen von den Eiern aller Thiere, so verschieden sie auch sonst seyn mögen. Die meisten dieser Theile sind indess sehr klein, nur durch das Mikroskop sichtbar und daher in chemischer Hinsicht nur unvollkommen bekannt. Doch weifs man, dass die farblose, dünne Flüssigkeit, welche das Keimbläschen prall erfüllt, durch Säuren und Weingeist gerinnt. Der Dotter ist in der Regel gefärbt, meist gelb in verschiedenen Nüancen, doch findet man ihn auch weifs, roth, blau, violet, grün, braun und grau. Diese Farbe hat ihren Sitz zum Theil in den Dotterkugeln, zum Theil in dem im Dotter enthaltenen meist flüssigen Fette.

Wie wir nun in Bezug auf die meisten Thiere von der chemischen Zusammensetzung dieser ursprünglichen Eier sehr wenig wissen, so haben wir auch nur sehr mangelhafte Kenntnisse von den weiteren Veränderungen des Eies in chemischer Hinsicht, die offenbar zugleich mit der morphologischen Ausbildung des Eies und der Entwicklung des Embryo eintreten. Dies gilt namentlich von den lebendige Junge gebärenden Thieren, wo der ganze Vorgang der Entwicklung, unseren Augen unzugänglich, im Innern der Mutter stattfindet.

Genauer kennen wir die Eier solcher Thiere, welche dieselben ausscheiden und bei denen sich der Embryo auferhalb des mütterlichen Körpers entwickelt. Hier ist das Ei bereits mit allen den Stoffen versehen, welche zur vollkommenen Ausbildung des neuen Individuums nothwendig sind. Unter allen diesen Eiern sind die Vogeleier, namentlich die des Haushuhnes, am genauesten untersucht und von diesen soll hier etwas ausführlicher die Rede seyn.

Das gelegte Hühnerei besteht aus einer weifsen Schale, welche auf dem gröfsten Theile ihrer innern Fläche von einem zarten Häutchen, der *membrana putaminis*, überzogen wird. Nur am dickern Ende des Eies liegt diese Haut der Schale nicht unmittelbar an, es besteht zwischen beiden ein mit Luft erfüllter Zwischenraum. Diese Luft ist von gewöhnlicher atmosphärischer nicht verschieden. Innerhalb der *membrana putaminis* liegt in grofsen, von einer äufserst zarten Haut gebildeten Zellen das Eiweiß, eine concentrirte Lösung von Albumin in Wasser mit etwas Natron, Chlornatrium und Extractivstoff. Das Innere des Hühner-

eies erfüllt, umgeben vom Eiweiß und in eine eigene Haut eingeschlossen, der Dotter. Durch zwei knotige Schnüre, *Chalazae* oder Hagelschnüre, ist die Dottermembran mit derjenigen, welche die Zellen im Eiweiß bildet, verbunden. An der Dotterhaut bemerkt man eine weißliche Stelle im Dotter, den sogenannten Hahnentritt.

Die näheren Angaben über diese einzelnen Theile des Eies s. unter Eieröl, Eierschale, Eigelb, Eiweiß. Hier nur noch Einiges, was sich auf das ganze Ei und dessen Entwicklung bezieht. Wir folgen hierbei den Angaben von Prout. Zuerst die Gewichtsverhältnisse der verschiedenen Bestandtheile des Eies. Die Schale mit der Haut wiegt, das Gewicht des ganzen Eies gleich 1000 angenommen, 87,5 bis 119,5, das Weißse zwischen 516 und 640, der Dotter zwischen 260 und 380. Die mittleren Zahlen aus 10 Eiern sind für Schale und Haut 106,9, für das Weißse 604,2, für den Dotter 288,9. Die *membrana putaminis* beträgt etwa  $2\frac{1}{3}$ ; sie hinterlässt beim Verbrennen eine geringe Menge von phosphorsaurem Kalk. Beim Kochen in Wasser verliert das Ei 2 bis 3 Proc. an Gewicht, indem es an das Wasser mehrere Stoffe abgibt, nämlich kaustisches, schwefelsaures, phosphorsaures Natron, Chlornatrium, Kalk, Magnesia, Spuren von thierischer Materie, namentlich aber kohlen-sauren Kalk. Prout fand an Eiern nach zweijähriger Aufbewahrung in trockner Luft die ehemals flüssigen Bestandtheile vertrocknet; sie hatten sich dabei nach dem spitzen Ende hingezogen. Ein Ei hatte im Mittel täglich  $\frac{3}{4}$  Gran an Gewicht verloren. In Wasser gelegt absorbirten diese getrockneten Eier davon, ihre Theile gewannen einigermassen das ursprüngliche Ansehen und sie hatten keinen üblen Geruch, erlangten jedoch nicht ganz ihr früheres Gewicht wieder.

Die Entwicklung eines neuen Individuums im Ei wird bedingt durch vorbergegangene Befruchtung<sup>1)</sup>, durch eine stetig erhöhte Temperatur von  $+41^{\circ}$ , werde diese nun durch die brütende Henne oder durch künstliche Mittel hervorgebracht und durch ungehemmten Zutritt der atmosphärischen Luft. Die chemischen Veränderungen des Eies während dieser Entwicklung sind die folgenden. Nach einwöchentlicher Bebrütung hat dasselbe gegen 5 Proc. an Gewicht verloren; das Eiweiß ist, besonders am stumpferen Ende, flüssiger geworden, es gerinnt beim Kochen nicht zu einer zusammenhängenden Masse, sondern zu einem Magma, ähnlich der sauren Milch, und das Geronnene ist durch ein in Alkohol lösliches Oel gelb gefärbt. Prout nennt es modificirtes Albumin. Der Dotter hat an Oel verloren und ist größer und flüssiger geworden. Die salzigen Bestandtheile des Eiweißes sind in größerer Menge in den Dotter übergegangen, welcher seinen ganzen Phosphorgehalt behalten hat. Ein solches Ei enthielt in 1000 Thln.: unverändertes Albumin 232,8, modificirtes Albumin 179,8, Amniosflüssigkeit, Häute und Gefäße 97, neugebildeten Embryo 22, Eigelb 301,3, Schale und Verlust 167,1. Beim Verbrennen hinterließ der Dotter 0,6 Chlor und 0,8 Alkali.

Am Ende der zweiten Woche hat das Ei 13 Proc. an Gewicht verloren. Der Embryo ist bedeutend gewachsen, das Eiweiß dagegen um ebensoviel vermindert. Das modificirte Albumin ist fast ganz ver-

<sup>1)</sup> Bei sehr productiven Vögeln, namentlich den Hühnern, werden bisweilen auch unbefruchtete Eier gelegt — sogenannte Windeier. Aus diesen entwickelt sich kein Embryo, sie gehen vielmehr sehr frühzeitig in Zersetzung über.

schwunden, das unveränderte ist consistenter als zuvor und wird beim Kochen härter. Der Dotter hat seine ursprüngliche Gröfse und Consistenz wieder angenommen. Die Knochenbildung im Embryo hat bereits Fortschritte gemacht und das Gelbe an seinem Phosphorgehalte verloren. Das Ei enthält nun: unverändertes Albumin 175,5, Amniosflüssigkeit, Häute u. dgl. 273,5, Embryo 70, Dotter 250,7, Schale und Verlust 230,3.

Am siebenzehnten Tage gab der Dotter 0,10 Schwefelsäure, 2,50 Phosphorsäure, 0,30 Chlor, 0,56 Kali und Natron, zum Theil kohlen-sauer, 0,75 Kalk und Magnesia. Die Amniosflüssigkeit lieferte: Schwefelsäure 0,34, Phosphorsäure 1,70, Chlor 0,68, Kali und Natron 2,40, Kalk und Magnesia 1,10.

Am Ende der dritten Woche, wenn die Bebrütung vollendet ist, hat das Ei 16 Proc. an Gewicht verloren. Der Rest von Eiweifs, Häuten u. dgl. beträgt 29,5, der Embryo 555,1, der Dotter 167,7, Schale und Verlust 247,7. Das Eiweifs ist auf wenige trockne Häute und einen erdigen Rückstand eingeschrumpft, das Gelbe ist bedeutend vermindert und in die Bauchhöhle des Jungen aufgenommen. Die Chlorverbindungen und Alkalien haben während der Bebrütung abgenommen, die Erdsalze sehr zugenommen.

Prout hat aus seinen Untersuchungen folgende allgemeine Schlüsse gezogen: 1) Das relative Gewicht der Theile im Ei kann sehr veränderlich seyn. 2) Beim Bebrüten verliert das Ei  $\frac{1}{6}$  seines Gewichtes, oder 8mal so viel, als unter den gewöhnlichen Umständen in derselben Zeit. 3) Im Anfange der Bebrütung giebt der Dotter an das Eiweifs Oel ab, wodurch dieses verändert und dem Käsestoff der Milch ähnlich wird, wogegen der Dotter Wasser und Salze aufnimmt. 4) Diese letzteren verlassen den Dotter wieder, der allmählig seinen frühern Umfang wieder annimmt. In der letzten Woche verliert er noch mehr an Umfang und giebt den grössten Theil seines Phosphorgehaltes ab, der zur Knochenbildung verwandt wird, indem er sich als Phosphorsäure mit Kalk verbindet, welcher ursprünglich nicht in den Flüssigkeiten des Eies enthalten war. Vermuthlich kommt dieser Kalk aus der Eischale.

Aufser den Hühnereiern verdienen noch die Eier einiger anderer Thiere eine kurze Berücksichtigung. So namentlich die Eier der Fische, die man Roggen nennt. Morin und Dulong d'Astafort fanden darin Albumin, ein fettes phosphorhaltiges Oel, Extractivstoffe und die gewöhnlichen Salze. Der Roggen des Stör wird eingesalzen als Caviar in den Handel gebracht. John fand in 100 Thln. desselben: flüssiges Albumin 6,2, butterartiges Fett 4,3, Kochsalz 6,7, phosphorsaurer Kalk und etwas Eisenoxyd 0,5, geronnenes Albumin und Häute 24,3, Wasser 58.

In den Eiern einer exotischen grossen Schlangenart fand v. Bibra in der häutigen Schale wenig kohle-sauren Kalk und, wie es scheint, etwas Harnsäure. Eiweifs und Dotter stimmten ziemlich mit denen der Hühnereier überein, der Dotter gab jedoch mehr Oel, welches farblos war. C. Vast hat<sup>1)</sup> ein festes Fett aus Frosch- und Kröteneiern abgebildet und beschrieben, welches er für Stearin hält, das aber wahrscheinlich ebenso wie das feste Fett der Hühnereier, nicht Stearin, sondern ein Gemenge von mehreren Fetten ist.

<sup>1)</sup> Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte.

Reinsch hat die Eier von *Papilio crataegi* untersucht; er fand sie folgendermassen zusammengesetzt:

Eierschalen	{ Thierstoff . . . 2,14	}	2,36
	{ Kohlens. Kalk . . . 0,22		
Albumin . . . . .			8,32
Fett, mit Spuren von flüchtigem Oel . . . . .			8,22
Nicht verseifbares Fett . . . . .			0,88
Phosphorsaurer Kalk mit Spuren von Eisenoxyd . . . . .			0,57
Thierstoffe mit Salzen . . . . .			4,65
Wasser . . . . .			75,00
			100,00.

VI.

Eibischwurzel (Althäewurzel; *Radix althaeae*, *Racine de guimauve*). Die Wurzel der *Althaea officinalis* aus der Familie der Malvaceen, kommt gewöhnlich geschält vor, in weissen, runden, bis fingersdicken Stücken, innen markig, ausen etwas faserig, von eigenthümlich fad süslichem Geruch und ähnlichem Geschmack, beim Kauen viel Schleim gebend. Die Wurzel ist von Leo Meier und von Buchner V. untersucht worden. Henry und Plisson fanden in derselben einen krystallinischen Stoff, der identisch ist mit dem Asparagin (s. dieses Thl. I. S. 522), welchen Bacon schon früher beobachtet und für die Verbindung einer Pflanzenbasis (Althacin) mit Aepfelsäure gehalten hatte.

Die Eibischwurzel hat grosse Aehnlichkeit mit der Wurzel der *Althaea narbonensis* (taurensis Dec.), weshalb Buchner eine vergleichende Analyse beider gegeben hat. Hiernach enthalten die getrockneten Wurzeln von:

	<i>Althaea officin.</i>	—	<i>Althaea narb.</i>
Fettes Oel . . . . .	1,26	—	1,21
Pflanzenleim . . . . .	1,81	—	1,59
Schleimzucker und Asparagin . . . . .	8,29	—	8,04
Pflanzenschleim und Gummi . . . . .	35,69	—	27,48
Stärke . . . . .	37,51	—	39,75
Pectin . . . . .	11,05	—	13,88
Phosphorsaurer Kalk . . . . .	8,29	—	9,25
Holzfasern . . . . .	7,50	—	9,63
	111,40	—	110,83

Der Ueberschuss rührt daher, dass mehrere dieser Stoffe beim Wägen noch Wasser enthielten.

S.

Eibischwurzelschleim. (Althäeschleim.) Kaltes Wasser entzieht der Eibischwurzel eine grosse Menge von Schleim, welcher damit eine zähe Flüssigkeit bildet, die von Jod nicht gebläuet wird. Wenn man die Wurzel mit Wasser kocht, so nimmt dasselbe neben Schleim auch Stärke auf, die sich durch Jod nachweisen lässt und die Ursache ist, dass das Decoct der Eibischwurzel schnell sauer wird, während der kalt bereitete Aufguss längere Zeit haltbar ist. Der letztere ist farblos, wird an der Luft und beim Abdampfen gelb, endlich braun. Der darin enthaltene Schleim wird von wasserfreiem Alkohol gefällt, löst sich aber in wässrigem Weingeist auf. Mit essigsaurem Bleioxyd bildet er einen

gelben, mit essigsauerm Kupferoxyd einen grünen, mit salpetersauerm Quecksilberoxyd einen weissen Niederschlag. Schwefelsaures Eisenoxyd und Oxydul fällen den Eibischwurzelschleim nicht, während Galläpfelaufguss einen reichlichen, in Wasser von  $+ 60^{\circ}$  löslichen Niederschlag erzeugt. Mit Salpetersäure giebt der Schleim keine Schleimsäure. Diese Beobachtungen sind von Link.

Mulder analysirte den Eibischwurzelschleim<sup>1)</sup> und fand, dass seine Zusammensetzung mit der des Schleimes aus Carraghen, Quitteknernen, Leinsamen, Traganthgummi und endlich der Pectinsäure übereinstimmt. In 100 enthält er: C 46,00, H 4,96, O 49,04. Seine Verbindung mit Bleioxyd enthält 75,4 Proc. Bleioxyd (vergl. Pflanzenschleim).

**Eichel.** Die Eicheln (*Glandes, Quercus*) sind die Früchte der gewöhnlichen Eiche, *Quercus robur*. Die Schale macht ungefähr den fünften Theil vom Gewichte der Frucht aus, die folgende Bestandtheile enthält:

	W. Brande (in 100 Thln.)	Löwig (in 1000 Thln.)
Stärke . . . . .	20,28	Stärke . . . . . 385
Gluten . . . . .	18,00	Gummi . . . . . 64
Gerbsäure . . . . .	2,86	Gerbstoff. . . . . 90
Faser . . . . .	7,15	Holzfasern . . . . . 319
Extractivstoff, Wasser und Verlust	51,71	Bitterer Extractivstoff 52
		Fettes Oel . . . . . 43
		Harz . . . . . 52
		Einige Kalk- und Kalisalze.

Die Stärke kann aus den Eicheln gewonnen und als Nahrungsmittel benutzt werden. Ausserdem sind dieselben wegen ihres gleichzeitigen Gehaltes an Stärkemehl und Gerbstoff in der Heilkunde, besonders gegen Schleimdurchfälle, in Anwendung gekommen. In der Regel bedient man sich des sogenannten Eichelkaffee's, der gerösteten und gemahlten Eicheln (*Glandes, Quercus tostaes*). Es ist anzunehmen, dass in denselben die Stärke theilweise in Dextrin verwandelt ist. Nach Schrader enthalten die gerösteten Eicheln weniger empyreumatische Producte, als der Kaffee und Kaffeesurrogat, sie enthalten ferner kein Ammoniak, und der Aufguss davon wird durch Leimlösung nicht gefällt, von Eisenchlorid aber dunkelviolett, woraus auf Vorhandenseyn von Gallussäure und Abwesenheit von Gerbsäure zu schliessen ist. Man giebt den Eichelkaffee als gelind tonisches Mittel, vorzugsweise bei Rachitis, Auszehrung, Marasmus und Obstructionen im Mesenterium.

In dem Orient werden die Eicheln eine Zeit lang in die Erde vergraben, wodurch sie ihre Bitterkeit verlieren, und dann geröstet mit Zucker und aromatischen Substanzen vermischt als ein angenehmes Analepticum angewendet. Solche Mittel sind z. B. das Palamud der Türken und das Racahout der Araber.

**Eichengerbsäure** s. Gerbsäure.

**Eichengerbstoff** s. Gerbstoff.

<sup>1)</sup> S. Ann. d. Pharm. Bd. 28. S. 286.

**Eichenholz.** Das specifische Gewicht des Eichenholzes ist 0,650. Nach der Analyse von Petersen und Schoedler enthalten 100 Thle. des bei 100<sup>o</sup> getrockneten Holzes: C 49,432, H 6,069, O 44,499. S.

**Eichenrinde** (*Cortex Quercus*). Sie enthält nach der Analyse von Gerber in 100 Thln.:

1) Durch Alkohol und Wasser ausgezogen.

Gallussäure, durch Gerbsäure verunreinigt . . . . .	1,09
Gummi, mit Salzen verunreinigt . . . . .	8,50
Eichengerbsäure . . . . .	5,60
Eigenthümlicher Extractivstoff, mit Chlornatrium, Aepfelsäure, Salzen und wenig Zucker	6,66
Extractabsatz . . . . .	2,00
Weichharz . . . . .	1,11
Wachsartiges Fett . . . . .	0,66
Rothen Gerbstoff-Absatz (Eichenroth) . . . . .	2,34

2) Durch Salzsäure und Kali ausgezogen.

Extractabsatz . . . . .	2,54
Pectinsäure . . . . .	6,77
Extractivstoff . . . . .	1,67
Phosphorsaure Kalkerde . . . . .	0,40
Basisch phosphorsaure Talkerde . . . . .	1,15
Aepfelsäure Kalkerde und Talkerde . . . . .	0,80

3) Unlösliche Pflanzenfaser . . . . . 58,23

99,52

Die Pflanzenfaser hinterließ eine Asche, welche 2 Proc. vom Gewichte der Rinde betrug und aus Kalkerde, Talkerde, Eisenoxydul und Manganoxydul verbunden mit Kohlensäure, Phosphorsäure und Kieselsäure bestand. Nach der Untersuchung enthält die Eichenrinde kein Gummi, sondern die dafür gehaltene Substanz wäre Pectinsäure.

Nach den Bestimmungen von H. Davy enthalten 100 Thle. der folgenden Rinden:

	Extract.	Gerbstoff.
Innere weiße Rinde von alten Eichen . . . . .	22,5	15
Innere weiße Rinde von jungen Eichen . . . . .	23,12	16
Mittlere gefärbte Rinde von Eichen . . . . .	8,96	3,95
Ganze Eichenrinde, im Frühjahr geschält . . . . .	12,7	6,04
Ganze Eichenrinde, im Herbst geschält . . . . .	—	4,37
Rinde von Eichenbuschholz . . . . .	—	6,66

Wegen ihres Gehaltes an Gerbsäure wird die Eichenrinde in der Heilkunde als Adstringens und Stypticum sowohl innerlich als äußerlich, im Aufguss und in Pulverform angewendet. Auch gegen das Fieber ist sie in Verbindung mit aromatisch bitteren Extracten gegeben worden.

Zur Lederbereitung wird die Eichenrinde unter dem Namen von Lohe angewendet. Diese besteht aus der zwischen der äußern Borke und dem Splint befindlichen Rinde der Eichbäume (*Quercus Robur*,

*racemosa, pedunculata, Ilex etc.*). Man entfernt die äußere Borke der Rinde, da in ihr die Gerbsäure durch den Einfluss der Atmosphäre zerstört ist. Gute Rinde sieht äußerlich weiß, innerlich röthlich aus. Man benutzt nicht allein die Rinde alter Stämme und Aeste, sondern auch die von 12 bis 20 jährigen Stämmen, die unter dem Namen der Spiegelrinde vorzüglich geschätzt wird. Die Gewinnung der Eichenrinde bildet auch einen besondern Zweig der Forstcultur, indem man in sogenannten Hackwäldungen das Eichenbuschholz alle zwei Jahre kappt und entschält, oder die jungen Zweige trockenet und zu Lohe mahlt (vergl. Gerbsäure und Gerben). s.

Eidotter s. Eigelb folg. Seite.

Eieröl nennt man das im Eidotter enthaltene Fett. Es wird dadurch erhalten, dass man die Eier, gewöhnlich Hühnereier, hart siedet, das Gelbe derselben im Wasserbade trockenet und zwischen gelinde erwärmten Platten auspresst. Das so erhaltene Fett bildet ein rothgelbes, in der Wärme dickflüssiges, in der Kälte erstarrendes Oel, von eigenthümlichem, dem des Leberfettes ähnlichem Geruch, ohne Geschmack, das aber bald ranzig wird und dann leberthranähnlich schmeckt. Es wird zu medicinischen Zwecken benutzt. Man gewinnt auf die angegebene Weise aus einem Ei ungefähr  $\frac{1}{2}$  Drachme Oel, indem ein Theil zwischen den Resten des Dotters beim Auspressen zurückbleibt. Der ganze Oelgehalt eines Eies beträgt etwa 3 Grammen und ist nur durch Ausziehen mit Aether zu erhalten, wie denn überhaupt nur auf diese Weise und ohne Anwendung von Wärme das Eieröl in unverändertem Zustande zu erhalten ist.

Dieses Eieröl ist ein Gemenge von mehreren Fetten; es enthält Elain, Margarin, ein festes Fett, das mit den festen Fetten des Gehirns die größte Aehnlichkeit hat, und eine kleine Quantität Cholesterin. Doch sind unsere Kenntnisse hierüber noch lückenhaft, namentlich fehlen genauere Untersuchungen über die Mengenverhältnisse dieser Fette. Auch sind diese ohne Zweifel nach der Bereitungsart u. s. w. verschieden. VI.

Eierschale, die feste Hülle der Eier derjenigen Thiere, bei welchen sich das junge Individuum außerhalb des mütterlichen Körpers entwickelt, wie bei den Vögeln, Reptilien, Fischen, Insecten u. s. w. Am häufigsten versteht man darunter die Schale der Vogeleier, namentlich aber die des Hühnereies. Diese besteht im Wesentlichen aus kohlen-saurem Kalk, mit etwas phosphorsauren Salzen, durch ein thierisches Bindemittel vereinigt. Ihre Bestandtheile sind die folgenden:

	nach Vauquelin.	Prout.
Kohlensaurer Kalk . . . . .	89,6	97
Phosphorsaurer Kalk mit etwas phosphorsaurer Magnesia . . . . .	5,7	1
Thierische Materie . . . . .	4,7	2
	100,0	100

Aus diesen Analysen geht hervor, dass die quantitative Zusammensetzung derselben nicht immer die gleiche, sondern geringen Schwankungen unterworfen ist.

Bei vielen Vogeleiern ist die Schale weiß, bei anderen aber auch grün, braun oder gefleckt. Diese Farbstoffe sind bis jetzt noch nicht näher untersucht worden. VI.



**Eigelb oder Eidotter.** Ueber die allgemeinen Verhältnisse dieses wesentlichen Bestandtheiles aller Thiereier s. Ei. Wir sprechen hier nur von den speciellen Eigenschaften des Dotters im Vogelei, namentlich aber im Hühnerei. Dieser wird von einer eigenen Membran umgeben, welche sich in zwei Anhänge, die Hagelschnüre, *Chalazae*, fortsetzt. Er schwimmt im Eiweiße, da er wegen seines großen Fettgehaltes leichter ist als dieses, und findet sich deshalb, wie man auch das Ei lege, nach einiger Zeit immer oben auf.

Das Eigelb besteht aus mikroskopischen Zellen. Diese sind im frischen Ei rund, mit Flüssigkeit gefüllt, sehr zart, leicht zerstörbar und deshalb schwer wahrzunehmen. Beim Kochen werden sie durch Gerinnung des in ihnen enthaltenen Albumins fest und nehmen durch gegenseitige Abplattung eine polyëdrische Form an. Im Dotter gekochter Eier lassen sie sich leicht von einander trennen; man bemerkt dann keine sie verbindende Zwischensubstanz. An der Oberfläche des Dotters sind diese Zellen kleiner, weiter nach innen zu werden sie größer, nur im Centrum des Dotters, wo man eine kleine Höhle wahrnimmt, findet sich eine weißliche Flüssigkeit, die ohne beigemischte Zellen aus Fett und einem amorphen Albumingerinnsel besteht. Untersucht man die Zellen mit Hülfe des Mikroskopes näher, so erscheinen sie zusammengesetzt aus Wänden von geronnenem Albumin und einem Inhalt, der aus Fett besteht. Dieser kann durch Druck entleert werden, schmilzt aber auch beim Erwärmen heraus, indem dann die Zellwände sich zusammenziehen und ihren Inhalt herauspressen.

Nach Prout's Analyse besteht der Dotter des Hühnereies aus Wasser 54, Albumin 17, Fett 29. John fand darin eine freie Säure und hält das Albumin des Dotters für verschieden von dem des Weissen, was wahrscheinlich ist, da es hier in Lösung, dort als Zellenmembran auftritt. Chevreul erhielt aus dem Dotter einen röthlichen und einen gelben Farbstoff, welchen letztern er mit dem gelben Farbstoff der Galle verglich.

VI.

**Einäschern.** In Asche verwandeln. Das Einäschern (*Incineratio*) ist die vollständige Verbrennung eines organischen Körpers unter dem Zutritt der Luft, wenn dabei feuerbeständige Theile (Asche) zurückbleiben. Diese Operation wurde früher häufig in Apotheken angewendet, die erhaltene Asche wurde ausgelaugt, das Gelöste eingedickt und der salzige Rückstand nach dem Namen der Pflanze, z. B. *Sal Absinthii*, *Cardui benedicti* u. s. w. benannt. Zu diesem Zwecke wird das Einäschern nicht mehr vorgenommen, sondern nur noch bei Untersuchungen über die Natur der unorganischen Bestandtheile der Pflanzen und bei der quantitativen Analyse, zur Bestimmung des Aschengehaltes der Filter. Es ist nothwendig, dass Niederschläge, die ohne Verlust nicht von dem Filter getrennt werden können, mit diesem geglüht werden, um Wasser, Ammoniaksalze, Säuren u. s. w. zu verjagen. In diesem Falle bleibt die Asche des Filters mit dem Rückstande vermengt, und vermehrt dessen Gewicht. Man vermeidet den dadurch entstehenden Fehler, indem man vorher ein dem angewendeten gleiches Filter für sich einäschert, die Asche wiegt und deren Gewicht von dem des geglühten Rückstandes abzieht. Es ist dabei erforderlich, dass die Verbrennung des Filters vollständig geschieht, was daran erkannt wird, dass der Rückstand vollkommen weiß oder kaum grau gefärbt ist.

Das Einäschern eines Filters für sich geschieht, indem man dasselbe leicht zusammengeballt in einen kleinen Platintiegel legt, den man ganz allmählig erwärmt. Bei allzurashem Erhitzen würden die Producte der Verbrennung sich plötzlich entwickeln und einen Theil der Asche mit sich reißen. Damit die Kohle des Papiers leicht und vollständig verbrennen kann, legt man den Tiegel etwas geneigt auf den Dreifuß über eine Flamme mit doppeltem Luftzuge. Nähert man alsdann dem Rande des Tiegels in horizontaler Richtung einen Platinspatel, oder ein Stückchen Eisenblech, so streicht über dieselben ein Luftstrom in's Innere des Tiegels und befördert die Verbrennung. Man kann die Einäscherung auch auf dem umgekehrten Deckel eines Tiegels vornehmen, nur muss man alsdann höchst sorgfältig darauf achten, dass nicht durch die Luftströmung Theile der leichten Asche hinweggeführt werden, was man durch ein über dieselbe gehaltenes Platinblech verhindert. Auch indem man das Filter an den Haken eines Platindrahts befestigt und es so frei in den Tiegel hält, befördert man die Einäscherung.

Auf ähnliche Weise verfährt man beim Einäschern eines Filters zugleich mit einem Niederschlag. Ist dabei die Masse des letztern verhältnissmäßig groß, so rührt man nach dem Verkohlen mit einem Platindraht öfter um, damit alle Kohle in Berührung mit Luft kommt und verbrennt. Dabei ist darauf zu achten, dass die verbrennende Kohle reducirend auf die glühende Substanz wirkt, so dass die Zusammensetzung des Rückstandes oft mehr oder minder geändert werden kann, z. B. schwefelsaure Salze theilweise in Schwefelmetalle verwandelt werden. Das beste Filtrirpapier aus Dalarne und Lessebo in Schweden hinterlässt 0,2 von 1 Proc. des Gewichts vollkommen trocknen Papiers. Filtrirpapier aus Deutschland hinterließ  $\frac{1}{3}$  Proc. Asche, und nachdem es nacheinander mit wässrigem Kali, Salzsäure und Wasser ausgewaschen war, nur  $\frac{1}{10}$  Proc. seines Gewichts (vergl. Filter).

S.

Einbalsamiren, z. Th. mumificiren, *mumifier*, *mummi-fy*. Unter allen Völkern, deren Religionsgebräuche das Aufbewahren ihrer Todten verlangt, haben unstreitig die alten Aegyptier es in der Kunst des Einbalsamirens am weitesten gebracht. Die zahllosen, meist gut erhaltenen, und wie es aus sinnbildlichen, geschichtlicher Auslegung fähigen Anzeigen hervorgeht, oft über 3300 Jahre alten menschlichen Leichname (Mumien), welche in Aegypten gefunden werden, im Vergleich zu der sehr geringen Anzahl, und dem mangelhaften Aussehen der Leichen von anderen Völkern herrührend, beweisen dies zur Genüge. Sowohl durch die Ueberlieferungen griechischer Autoren, als durch neuere Untersuchungen ganzer Reihen von ägyptischen Mumien ist es dargethan, dass je nach dem Range und Stande des Gestorbenen ein, mehr oder weniger kostendes, vollkommeneres, oder weniger genügendes Verfahren der Mumificirung mit dem Leichname vorgenommen wurde. Man will vornehmlich dreierlei Arten der ägyptischen Einbalsamirung unterscheiden, deren nähere Beschreibung hier zu weit führen würde<sup>1)</sup>, welche aber wesentlich im Folgenden bestehen:

Die Eingeweide werden durch eine in der linken Seite gemachte Oeffnung, oder in anderen Fällen durch den After, das Gehirn durch

<sup>1)</sup> Vrgl. Specielleres in Oken's Isis, Jahrg. 1819. *mediciner hantelbuch voh buch*

die Nasenlöcher herausgenommen, die Gehirn-, Brust- und Bauchhöhle wurden mit aromatischen Stoffen, Zimmt, Myrrhe und anderen Harzen, oder bei den weniger sorgfältig behandelten Mumien mit Asphalt ausgefüllt. Die Asphaltmasse durchdringt die ganze Fleischsubstanz der Leichen, so dass er wahrscheinlich heiss und geschmolzen eingegossen wurde. Nach solchen Zurüstungen wurden die Körper wohl meistens in Salzaufösungen mehre Wochen lang gebracht, bei allen soll dies indessen nicht stattgefunden haben; auf sehr vielen Mumien findet man Auswitterungen von schwefelsaurem Natron. Eine hauptsächlich, nicht blofs der Ausschmückung, sondern auch der Conservirung geltende, Operation war die, dass sie sehr kunstvoll mit vielen langen Streifen von Leinwand oder Baumwollenstoff vielfach umwickelt wurden. Diese Zeuge waren mit Harz durchtränkt. Die Mumien befinden sich in hölzernen Särgen, *Sycomore*, in welche sie wahrscheinlich gelegt wurden, nachdem der Auströcknungsprocess schon ziemlich beendigt war. Die Fugen dieser Kasten sind sehr sorgfältig zugeklebt. Auch Thiere, namentlich der Ibis, findet sich in Aegypten häufig mumificirt.

Die Einbalsamirungsmethoden unserer Zeit, wie sie an fürstlichen Leichnamen u. s. w. vorgenommen werden, bestehen gewöhnlich in Einspritzen einer Mischung von Weingeist, Terpentinöl und Camphor, Ausnehmen der Eingeweide, die in besonderen Urnen beigesetzt oder in Weingeist aufbewahrt werden, Einstreuen von mancherlei aromatischen Stoffen im pulverigen Zustande, z. B. Pech, Camphor, Wermuth, welchen auch Salpeter und Alaun zugesetzt werden.

Man scheint in der Zeit, aus welcher die ägyptischen Mumien stammen, von den antiseptischen Wirkungen mehrerer metallischen Verbindungen nichts gewusst zu haben, wenigstens findet sich keine Spur von solchen in den Mumien. Will man unter Einbalsamiren auch die Anwendung solcher Stoffe zur Leichenconservirung rechnen, so sind hier noch einige Methoden, deren man sich namentlich zur Aufbewahrung von Leichnamen zu anatomischen Studien bedient, zu erwähnen.

Einlegen der Leichen in Auflösungen von Quecksilbersublimat, oder Einspritzen einer weingeistigen Lösung dieses Salzes, oder einer Lösung von arseniger Säure, waren längere Zeit die hierzu gebrauchten Mittel. Die Schädlichkeit dieser starken Gifte auch für diesen Zweck erkennend, ging das Bestreben der Kunst dahin, andere Stoffe an die Stelle der genannten zu setzen. Der Franzose Gannal empfiehlt, und sein Verfahren wird allenthalben sehr gerühmt, schwefelsaure Thonerde als Conservirungsmittel. Drei Mafs einer solchen Salzauflösung von einem specifischen Gewichte von 32° Beaumé reicht hin, um die Frischerhaltung des Cadavers eines Erwachsenen zu bewerkstelligen. Das Einspritzen geschieht mit der anatomischen Spritze ganz auf die gewöhnliche Art, am gewöhnlichsten durch einen in die Carotis gemachten Einschnitt. Gannal wendet sein Verfahren sogar zum Aufbewahren von Fleisch, das gegessen werden soll, an (s. Einpökeln).

Thierbälge zum Aufstellen in Naturalienkabinetten sind, obwohl nicht geferbt, doch mehr vor den Motten als der Fäulniss der Haut zu schützen. Dies geschieht durch Einreiben mit einem Pulver, dessen Hauptbestandtheil arsenige Säure ist, oder was in neuester Zeit als sehr

vorzüglich gerühmt wird, durch Einstreuen getrockneten und fein gepulverten Eisenvitriols. B—y.

**Einbrennen.** Die für Glas- und Porzellanmalerei gebrauchten Metallfarben müssen durch Wiedereinsetzen der Gegenstände in einen Ofen zum Schmelzen gebracht und auf letzteren festhaltend gemacht werden, man nennt dies Verfahren Einbrennen, *cuisson, burning in*. Auch die Glasur auf Porzellan, Steingutmasse und ähnliches Geschirr, die nicht mit dem ersten Brennen glasirt werden können, muss durch ein zweites Einsetzen in den Ofen, das Einbrennen, befestigt werden (s. Glas und Porzellan, und Glas- und Porzellanmalerei).

Einbrennen der Eisenbleche heisst so viel als das Einsetzen der zugerüsteten Bleche in die Pfanne mit schmelzendem Zinn.

Einbrennen der Weinfässer s. Schwefeln. B—y.

**Eindampfen, Eindicken, Einengen, Einkochen**  
s. Abdampfen Thl. I. S. 1.

**Einmachen.** Man versteht unter Einmachen im allgemeinsten Sinne alle jene Operationen, die man einschlägt, um vegetabilische oder animalische Nahrungsmittel vor Gährung und Fäulniss zu schützen. Die Substanzen, deren man sich als conservirender Mittel bedient, und welche natürlich selbst zum Genuße tauglich seyn müssen, sind: Kochsalz, Zucker, Weingeist, Essig — um die conservirende Wirkung der Kohle, des Rauches und Anderes hier unerwähnt zu lassen, was der Sprachgebrauch unter Einmachen nicht zählt.

Die Wirkung der genannten Schutzmittel gegen Gährung und Fäulniss der Nahrungssubstanzen hat nicht bei allen derselben den gleichen Sinn. Man hat sich zu erinnern, dass die beiderlei Arten chemischer Selbstentmischungen, die mit den Namen Gährung und Fäulniss bezeichnet werden, unter ganz gleichen Umständen eintreten.

Gegenwart von Wasser, eine gewisse höhere Temperatur, Ferment und anfänglicher Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs sind die zur Einleitung der Gährung unerlässlichen Bedingungen, das Fehlen einer einzigen derselben macht die Gährung unmöglich.

Das Gleiche gilt von der Fäulniss, deren Producte auch das Gemeinschaftliche mit jenen der Gährung haben, dass die Summe ihrer Atome die gleiche, oder doch bis auf die Bestandtheile von Wasser die gleiche ist, wie die des noch nicht in Gährung oder Fäulniss getretenen Körpers, so dass also nur eine andere Atomenanordnung vor sich ging. Verschieden von diesen Arten chemischer Zersetzung ist diejenige, welche in neuester Zeit unter dem Namen Verwesung festgestellt worden ist, und deren Charakteristisches die Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft ist.

Der Sauerstoffzutritt bei der Gährung und Fäulniss ist darum nothwendig, weil beide mit einem Verwesungsacte beginnen, dessen Nichteintreten oder Stillstehen auch das Aufhören der Gährung und Fäulniss zur Folge hat.

Was nun das Zurückhalten oder die Gährung bedingenden Umstände betrifft, so ist in Betreff der Temperatur bekannt, dass der Winter der Aufbewahrung von Speisevorräthen weit günstiger ist als

der Sommer, und dass gute Keller oder noch mehr Eisgruben zum Frischerhalten der Nahrungsmittel unschätzbar sind. Die Temperatur, in welcher Fäulniss vor sich gehen kann, ist nahe über 0° C., obschon sie da noch langsam stattfindet; je höher sich dieselbe steigert, um so rascher greift die Fäulniss um sich; und ganz ähnlich verhält es sich mit der geistigen Gährung, welche um so stürmischer erfolgt, je näher die Temperatur der Umgebung einem gewissen Maximum kommt, über welches hinaus die Gährung ganz aufhört.

Dass mit der Entfernung von Wasser, in vorliegenden Fällen also der Feuchtigkeit in den Zellen der Pflanzen- und Thiersubstanzen, der Hauptanlass der Selbstzersetzung weggenommen ist, beweist das Trocknen solcher Körper. Wo es dem gewünschten Ansehen und Geschmack der Nahrungsmittel keinen Eintrag thut, ist sicherlich dies, auf Pflanzenstoffe schon längst, in jüngster Zeit aber auch auf Fleisch (ohne Räuchern) mit gutem Erfolg angewandte Verfahren das vollkommenste Conservierungsmittel.

Die Wirkung des Kochsalzes, des Zuckers und Weingeistes, in welchen man Nahrungsmittel einmacht, beruht der Hauptsache nach wenigstens, in ihrer wasserentziehenden Eigenschaft.

Die Bildung der Salzlake beim Bestreuen von Fleisch mit Kochsalz ist nichts weiter, als dass das Blutwasser und andere Feuchtigkeit vom Kochsalz ausgezogen wird. (Die Aufbewahrung von Fleisch mittelst Kochsalz s. unter *Einsalzen*.) Pflanzenstoffe, unsere Wintergemüse, werden ebenfalls mit Salz eingemacht, das Ausziehen des meisten Wassers aus denselben wird hierdurch sehr befördert, und vollends zu Stande gebracht durch gelindes Zusammenpressen, was in den Haushaltungen durch Pressen, welche über den Einmachekufen angebracht sind, oder durch Auflegen von schweren Steinen auf die beweglichen Deckel geschieht.

Das auf diese Weise ausgezogene, dem Fauligwerden leicht ausgesetzte Wasser wird von Zeit zu Zeit abgeschöpft, die obere Schicht der eingemachten Substanz reingewaschen und mit etwas frischem Wasser beschüttet, das hauptsächlich nur die Rolle, den Zutritt der Luft abzuhalten, einnimmt. Sehr vollkommen ist diese für Bohnen, Sauerkraut, Rüben etc. angewandte Methode nicht, der Geruch der gebrauchten Kufen führt hinlänglich auf die Spuren stattgehabter Fäulniss.

Am wenigsten genügend ist das an einigen Orten gebräuchliche Verfahren, ohne Salz, nur durch Eindrücken in Kufen und Bedeckhalten, Gemüse einzumachen. Aus stark gesalzenen Gemüsen wird durch mehrstündiges Einlegen in kaltes Wasser vor dem Gebrauche, dasselbe fast ganz ausgezogen.

Das Einmachen mit Zucker, welches in der Regel nur mit Obstsorten vorgenommen wird, geschieht, wenn das Obst nicht sein frisches Ansehen und die ganze Gestalt behalten soll, durch Einkochen mit abgeschäumtem Zuckersafte, unter starkem Umrühren wegen leichtstattfindenden Anbrennens. — Latwergen.

Mit Obstsorten, welche im ganzen Zustande und frisch aussehend bleiben sollen, wird auf folgende Weise verfahren. Größere Obstarten, Aprikosen, Zwetschen etc. werden mit mehreren Nadelstichen bis auf den Kern durchstochen und so in eine nicht zu concentrirte geklärte Zuckerlösung gebracht und mit dieser einige Zeit stehen gelas-

sen. Es wird dabei Wasser aus den Früchten ausgezogen und die Zuckerklösung wird dünner, sie wird nun abgegossen und aufs neue eingedickt wieder auf die Frucht gegossen und so lange in dieser Weise fortgeföhren, bis die Concentration stark genug<sup>1)</sup> und das Fleisch des Obstes mit Zucker hinlänglich durchdrungen ist. Einige Obstarten ertragen es auch, ohne zu zerplatzen, dass sie mit dem Saft auf das Feuer gebracht einige Zeit erwärmt erhalten, aber nicht bis zum Kochen erhitzt werden; aber auch hierbei muss zwischen dem Erwärmen und Eindicken längeres Ruhigstehen und Erkalten wiederholt stattfinden.

Der Effect dieses Verfahrens beruht, neben der schützenden einhüllenden Wirkung des Zuckers gegen Luftzutritt, zumeist in der bekannten Thatsache, dass eine concentrirte Zuckerklösung auch bei Gegenwart von Ferment und der übrigen gährungsfördernden Umstände nicht gähren kann.

Die Wirkung weingeistiger Flüssigkeiten, Rum, Kirschwasser etc. zum Einmachen von Obst, kann mit der des Zuckers ganz in Parallele gestellt werden. Starker Weingeist über frische Pflanzen- oder Thierstoffe gegossen, zeigt sich bald geringhaltiger (zu dem Weingeiste der anatomischen Präparate muss zuweilen stärkerer nachgefüllt werden), ein Beweis, dass derselbe wasserentziehend wirkt.

Mit Zucker versetztes Obst hält sich durch Zugabe von etwas Weingeist vortrefflich; man legt z. B. ein reines mit Rum getränktes Fliesspapier während heißer Sommertage auf Latwergen oder andere eingemachte Früchte und sichert sie dadurch vor dem Eintreten der Gähung. Ganz verwandt ist hiermit die Thatsache, dass, wenn in gährenden Flüssigkeiten, Obstsaften, Maische etc. schon sehr viel Weingeist gebildet, und seine Quantität im Vergleich zum vorhandenen Wasser sehr groß ist, die Gähung sehr verlangsamt, oder ganz aufgehoben wird.

Was aber die Disposition des Weingeistes selbst, zersetzt zu werden, betrifft, so ist diese um so geringer, je stärker derselbe ist.

Das Einmachen in Essig, welches mit einigen Früchten, Gurken, Bohnen, Kappern, Oliven etc. vorgenommen wird, beruht hauptsächlich wohl nur in der schützenden Wirkung dieser Flüssigkeit gegen den atmosphärischen Sauerstoff. Der Essig ist also mehr ein einhüllendes als ein chemisch wirksames Mittel. Holzessig wirkt stark fäulnisswidrig wegen seines Kreosotgehaltes, vielleicht kommt dem gewöhnlichen Frucht- oder Weinessig übrigens eine ähnliche antiseptische Wirkungsweise zu, wie den aromatischen Stoffen überhaupt, deren chemische Rolle hierbei aber noch wenig eruirt ist. Starker Essig wird nicht so leicht, sehr leicht aber verdünnter Essig der Selbstersetzung heimgelassen, indem er kamig wird und andererseits schleimige Producte absetzt; namentlich geschieht dies dann, wenn er dem Luftzutritt ausgesetzt ist.

Die in Essig eingemachten Früchte werden deshalb, da Essig in dieser Beziehung dem Weingeiste weit nachsteht, wohl bedeckt, was

<sup>1)</sup> Durch das öftere Kochen und Wiedererkaltenlassen wird auch der Vortheil erreicht, dass der Zucker seine Krystallisationsfähigkeit verliert, und das Unangenehme nicht eintritt, dass er bei längerem Aufbewahren nebst dem Obstzucker der eingemachten Früchte sich sandigkörnig ausscheidet.

durch Aufgießen einer Fettschichte bei den ruhigstehenbleibenden, durch Zupfropfen aber, oder Einschließen in ganz geschlossene Fässchen bei den in den Handel zu bringenden geschieht. Damit der Rest, der in angebrochenen Gefäßen beim Verbräuche bleibt, nicht zu lange der Luft ausgesetzt bleibe, wählt man besser kleinere Gefäße, denn größere als Einmachegeschirr. Das Kamig- und Schaalwerden des Essigs geschieht in der Sommertemperatur sehr leicht, und es ist eine alte Erfahrung der Schnelllessigfabrikanten, dass man fertigen Essig in den mindestens über 18° C. erwärmten Essigtuben nicht zu lange stehen lassen dürfe oder er sey mit etwas Weingeist versetzt. Es trifft dadurch die Oxydation (Verwesung) nicht den Essig, sondern den Weingeist, der vermöge derselben in Essig übergeht. Allmäliger Zusatz von etwas Weingeist zu solchem Essigeingemachten thut darum auch hier den Dienst besserer Conservirung.

Ausschluss der atmosphärischen Luft macht, wie schon angeführt, die Gährung so wie die Fäulniß unmöglich. Der in Obst- säften neben dem Zucker enthaltene Kleber, nur zum geringsten Theil der oxydirenden Wirkung der Luft ausgesetzt, wird zu einem Ferment und erhält die Eigenschaft, sehr große Quantitäten von Zucker in Weingeist und Kohlensäure umzuwandeln. Wird dagegen dieser nur anfangs nöthige Verwesungsact unmöglich gemacht, so ist die Gährung selbst unstatthaft. Der Kleber verliert aber auch unter gewissen Umständen ganz die ihm sonst so sehr eigenthümliche Neigung, in Verwesung überzugehen; unter den vielen Mitteln, die dies bewirken, ist nur eins hier zu erwähnen. Durch Erhitzen bis zum Kochpunkte des Wassers ist dem Kleber die Eigenschaft, Gährung zu erregen, genommen.

Durch die mit Recht so berühmt gewordene Appert'sche Einmachemethode wird die Luft von den Substanzen, die aufzubewahren sind, abgehalten, und in den Obst- säften (oder unversehrtem Obste) dem der chemischen Anziehung des Sauerstoffs geneigten Kleber durch die Hitze diese Eigenschaft genommen.

Es werden, wiewohl seltener, und nur zum Gebrauche für die Marine Fleischspeisen, sehr häufig aber Obstarten auf diese Weise eingemacht. Zu letzteren bedarf es des Zuckers nicht, obschon man, um sie zu versüßen, etwas aufstreut, auch wohl etwas Gewürze zugeibt.

Die reifen Früchte werden abgetrocknet möglichst enge auf einander in Blechgefäße oder Gefäße von gut gekühltem Glas gelegt, mit etwas Zucker bestreut, und nun jedes einzelne mit einem Tuch umbunden in ein gemeinschaftliches Gefäß mit Wasser gestellt. Das Wasser wird zum Kochen gebracht und einige Zeit darin erhalten. Man kann dem Wasser etwas Kochsalz oder ein anderes Salz zusetzen, um seinen Kochpunkt zu erhöhen. Es wird durch Verdunsten des Wassers der Früchte die Luft aus den Einmachegefäßen ausgetrieben, sind diese von Blech, so können die darauf passenden Blechdeckel aufgelöthet werden; Glasgefäße werden mit gutschließenden in Hausenblasenlösung getauchten Korkstöpseln rasch verschlossen, oder mit Thierblase umbunden. Dies Verfahren vereint Einfachheit und Wohlfeilheit mit der Erreichung guten Aussehens und Wohlgeschmacks der eingemachten Früchte. Ganz ähnlich so ist das Verfahren für Fleischspeisen etc. Man kann sich sehr zweckmäßig, wo die Kosten

angewandt werden wollen, statt des Wasserkessels eines Dampfapparats bedienen.

Früchte, welche durch Kochen mit Gewürzen schon zubereitet sind, wie z. B. Oliven, werden auch durch einfaches Einlegen in feine Oele, z. B. Baumöl, eingemacht, ebenso legt man zubereitetes Fleisch in geschmolzenes Fett, das es nach dem Erkalten ganz umhüllt und vor dem Faulen schützt. Da aber anhängendes Fett dem Wohlgeschmacke vieler Speisen schadet oder doch der Angewöhnung des Gaumens zuwider ist, und weil auch jedes Fett beim Altwerden einen unangenehmen Geschmack annimmt, so hat dies Verfahren nur eingeschränkte Anwendung. Kalte Fleischpasteten erhalten sich nächst dem Einflusse der zugesetzten starken Gewürze, hauptsächlich nur vermöge großen Vorwiegens des Fettgehaltes längere Zeit gut<sup>1)</sup>. *B-y.*

**Einmaischen, *démélage, mashing.*** Ein in der Bierbrauerei (vergl. Bier, Thl. I. S. 775), Korn- und Kartoffelbranntweinbereitung und Fruchlessigfabrikation vorkommendes Geschäft. Es ist unter Einmaischen in den letztgenannten Fabrikationszweigen ungefähr dasselbe zu verstehen, was es in der Bierbrauerei bedeutet. Bei Darstellung des Kornbranntweins und Fruchlessigs werden aber anstatt bloßen Malzes wie in der Bierbrauerei, ungekeimtes geschrotenes Getreide, Weizen, Roggen, Gerste, mit etwas Malzschrot versetzt, in der Kartoffelbranntweinbereitung die gequellten zerquetschten Kartoffeln unter Malzzusatz in dem Maischbottich mit Wasser von einer bestimmten höhern Temperatur übergossen (*Einteigen*), stark umgearbeitet und durch Zusetzen von mehr kaltem Wasser zugekühlt. Das Nähere über diesen Gegenstand s. unter dem Art.: *Maische*. *B-y.*

**Einpökeln** s. *Einsalzen*.

**Einsalzen.** Ueber die wasserentziehende Wirkung des Kochsalzes bei seiner Verwendung zum Conserviren der Nahrungsmittel, und über das Einsalzen von vegetabilischen Substanzen s. Art. *Einmachen*. Das Einsalzen des Fleisches (*Einpökeln*), wie es für Schiffs- und Festungsverproviantirungen z. B. geschehen muss, erleidet mancherlei Verschiedenheiten des Verfahrens. Alles zum *Einpökeln* bestimmte Fleisch soll nicht zu jung seyn, und nach dem Abschlachten des Viehes unpräparirt nicht länger liegen bleiben, als bis es erkaltet ist, es soll in möglichst großen Stücken gelassen und davon alles Fett und Knochen sorgfältig abgesondert werden. Das Fleisch wird nun mit Kochsalz eingerieben und in eine Kufe gelegt, wobei sich vieles Wasser aus demselben auszieht; aus der Lake heraus kommt es nun sehr häufig in eine eigene Pökelbrühe, welche in einer wässerigen Lösung von Kochsalz, Zucker oder Zuckersyrup, und etwas Salpeter, der dem Fleische eine schön rothe Farbe ertheilt, am gewöhnlichsten besteht. Beim *Einpökeln* auf englische Art wird 192 Kochsalz, 3 Salpeter, 32 Zucker in 1200 Wasser gelöst. In einer solchen Brühe bleibt das Fleisch, bis es fertig ist, mehrere Wochen lang liegen. Viel kürzer ist das Verfahren, dass man eine Mischung von Kochsalz, Zucker und Salpeter auf das Fleisch einreibt, es damit bestreut, in die *Einpökelfässer* fest einlegt und mit Gewichten zusammenpresst, so dass die aus-

<sup>1)</sup> S. auch Appert's Methode Thl. I. S. 452.



gezogene Salzlake dasselbe bedeckt. Zum Versenden wird das Pökelfleisch entweder aus der Brühe genommen, abgetrocknet, mit Kleie bestreut und ohne Rauch oder auch im Rauch gedörret, oder es wird in eigene Fässer recht fest eingepresst, so dass keine Luftzwischenräume da seyn können, mit der Brühe ganz übergossen und wohlzugeschlagen verschickt.

Long liess sich in England folgendes Einpökelfverfahren patentiren. Das Thier wird durch einen Schlag auf den Kopf getödtet, dann ihm zwischen der sechsten und siebenten Rippe ein Messer in's Herz gestossen und in diese Wunde, nachdem es ausgeblutet, wird die Spitze einer Druckpumpe gesetzt und eine warme Lösung von Kochsalz und Salpeter eingespritzt, bis alle Gefäße voll sind, d. h. bis dieselbe durch das Herz wieder ausläuft. Je nach der Dauer, für die das Fleisch zur Aufbewahrung bestimmt ist, wird schwächere oder stärkere Auflösung genommen. Das Fleisch wird mit Salzschichten zwischengelagert verpackt.

Daran schließt sich Gannal's Methode an, welcher auch durch Einspritzen das Fleisch conserviren will, allein nicht Kochsalz ist das antiseptische Mittel desselben, sondern eine Lösung von Chloraluminium. Die ungefährliche Einwirkung desselben auf unsern Organismus, wenn es nur in geringer Menge genossen wird, und die Geschmacklosigkeit des Salzes veranlassten Gannal zu seinen Versuchen hierüber. Die Stärke der Salzlösung soll 10° Beaumé seyn, und der Erfinder sagt, dass 9 — 12 Liter einer solchen Lösung zum Einspritzen eines ganzen Ochsen ausreichen und dass nur 1½ — 2 Kilogramme des Salzes in das Thier gebracht werden.

Das auf diese Weise zubereitete Fleisch wird wie gewöhnliches Pökelfleisch getrocknet oder geräuchert und vor dem Verbruche 24 Stunden in kaltes Wasser gelegt.

Ganz abgesehen von der Wahl des als Schutzmittel gegen Fäulniss angewandten Salzes sollte billigerweise im Großen der Methode der Einspritzung, vor dem Einweichen aus Gründen der Sache selbst und aus ökonomischen Rücksichten der Vorzug gegeben werden.

Fische, z. B. Heringe, werden von den verschiedenen Nationen, die Heringsfang treiben, auf verschiedene Art eingesalzen. Das Verfahren der Holländer, das beste, besteht im Einlegen der Fische, welchen der Kopf mit einer Scheere abgeschnitten wurde, und die beliebig sonst gereinigt werden können, in Salzlake, Wiederherausnehmen nach einem Tage, Abtrocknen und schichtenweises Einlegen in Tonnen zwischen Salz. Aus Land gebracht werden die Fische herausgenommen, abgetrocknet, die Lake gekocht und geschäumt. Nun endlich werden die Heringe in die Versendungstonnen gelegt, jede Lage mit Salz bestreut und zuletzt zusammengepresst. Die Lake wird aufgegossen und wenn sie sich nicht mehr einzieht, wird das Fässchen zugeschlagen. Der Salzverbrauch bei diesem Verfahren ist sehr groß. Ähnlich werden Sardellen, und die Fischroggen (Caviar z. B.) behandelt.

B—y.

Einsaugung s. Absorption Thl.I.S.11.

Eintrocknen s. Abdampfen Thl.I.S.1.

Einweichen s. Auflösen Thl.I.S.593.

Eis (*κρύσταλλος, Glacies, Glace*), gefrorenes Wasser, Wasser im Zustande der Starrheit. Das Wasser allein unter allen Körpern genießt den Vorzug, wenn es einer ist, dass es in der Sprache des Lebens sowohl wie der Wissenschaft seinen Namen mit dem Aggregatzustande ändert, und eben daher schreibt sich der Gebrauch, in Werken wie dieses gesondert vom Eise zu handeln. Offenbar hat dazu Veranlassung gegeben die große und so verschiedenartige Rolle, welche das Wasser als flüssige und als starre Substanz im Haushalte der Natur spielt, nicht aber etwa eine besonders ausgebildete Kenntniß von ihm im Zustande der Starrheit, denn vom Eise wissen wir in mancher Beziehung weniger als von anderen starren Substanzen, obwohl wir so viel wissen, dass es weder für sich noch in seinem Verhalten zum Wasser irgend eine spezifische Eigenthümlichkeit zeigt.

Das Eis entsteht, sobald dem Wasser hinreichend Wärme entzogen wird. Bei völliger Ruhe kann aber letzteres bedeutend unter den Nullpunkt unserer Thermometerscale erkältet werden, ehe die Eisbildung beginnt. Fahrenheit, der im Jahre 1721 diese Erscheinung zuerst beobachtete, sah in einer Glaskugel das Wasser noch bei  $-7^{\circ},5$  R. flüssig; Gay-Lussac, als er es mit Oel bedeckt hatte, noch bei  $-9^{\circ},6$  R. und Dalton gar bei  $-11^{\circ},4$  R. Wenn die Erkaltung des Wassers in einer zur Spitze ausgezogenen Glaskugel vorgenommen wird, in der es zuvor ausgekocht und dann hermetisch verschlossen worden ist, so erfolgt die Gefrierung in dem Augenblicke, da man die Spitze abbricht. Dies hat wohl früher den Glauben veranlasst, es werde die Eisbildung durch den Luftdruck veranlasst; es ist aber nicht dieser, sondern die Erschütterung beim Abbrechen der Spitze die Ursache des Gefrierens. Denn auch in der ungeöffneten Glaskugel so gut wie in einem nie verschlossenen Gefäße tritt die Eisbildung ein, so wie man das Wasser durch Stossen des Gefäßes oder Reiben seiner Außenseite mit Wachs u. dgl. in Erschütterung oder auch nur in Bewegung versetzt, doch reicht bei einer nur mäßigen, z. B. bis  $-5^{\circ}$  R. getriebenen Erkaltung ein sanftes Bewegen, ein bloßes Umrühren, der ganzen Wassermasse nicht hin, sondern es muss ein Erschüttern der einzelnen Theilchen seyn. Hineingeschüttete Theilchen fester Substanzen, Staubtheilchen bewirken auch sogleich die Eisbildung, wie denn aus diesem Grunde trübes Wasser sich nicht oder sehr wenig ohne Gefrieren unter Null erkalten lässt. Besonders schnell erfolgt aber das Gefrieren, so wie man das erkaltete Wasser mit einem Stückchen Eis berührt. Alles dies sind Erscheinungen, die sich bei dem Gestarren anderer geschmolzener Substanzen, so wie bei dem Krystallisiren von Salzen aus wässerigen Lösungen ganz eben so wiederfinden.

Bei dem Gefrieren des Wassers entweicht Wärme, die latente oder gebundene Wärme, welche den flüssigen Zustand des Wassers bedingt. So lange diese nicht entwichen ist, kann kein Gefrieren erfolgen. Die Schwierigkeit des Entweichens dieser Wärme ist allein die Ursache der verzögerten Eisbildung. Wenn Eis schmilzt, wird die gebundene Wärme wieder aufgenommen und diese Aufnahme erfolgt ohne alle Schwierigkeit, denn das Eis lässt sich nicht über den Nullpunkt unserer Thermometerscale so erwärmen, wie sich das Wasser unter denselben erkälten lässt. Vielmehr ist der Schmelzpunkt des Eises ein völlig unveränderlicher (auch vom Luftdrucke ganz unabhän-

giger), und eben wegen dieser köstlichen Eigenschaft hat man ihn zum Nullpunkte unserer Thermometerscale gewählt.

Die gebundene oder latente Wärme, welche das Wasser beim Gefrieren entlassen, und das Eis beim Schmelzen wieder aufnehmen muss, ist Gegenstand mehrfacher Bestimmungen gewesen von Black, Wilke und Lavoisier. Nach dem Versuche des Letztern nahm man sie bisher ganz allgemein zu  $75^{\circ}$  C. oder  $60^{\circ}$  R. an, wiewohl die Resultate der einzelnen Bestimmungen zwischen  $73^{\circ}$  und  $76^{\circ}$  C. schwankten. Nach einer neueren Untersuchung von Provostaye und Desains beträgt sie indess  $79^{\circ},1$  C. und dieses Resultat ist als von Regnault bestätigt anzusehen, insofern er die Zahl  $79^{\circ},06$  C. erhielt. Das Mittel hiervon  $79^{\circ},08$  C. =  $63^{\circ},27$  R. kann wohl als Ausdruck der Wahrheit angesehen werden. Hiernach bedarf es denn ein Pfund Wasser von  $79^{\circ},08$  C. oder  $63^{\circ},27$  R., um ein Pfund Eis von  $0^{\circ}$  zu schmelzen und zwei Pfund Wasser von  $0^{\circ}$  zu erhalten.

Beim Uebergang des Wassers in Eis findet eine Ausdehnung statt, an Betrag zwar gering, aber an Gewalt sehr grofs, so dass Gefäße von beträchtlicher Festigkeit dadurch zersprengt werden. Schon die Mitglieder der Florentiner Akademie in der Mitte des 17ten Jahrhunderts machten diese Erfahrung, und später ist sie mehrfach sehr augenfällig bestätigt worden. Bei einem Versuche, den Wahl zu Michelstadt im Odenwalde anstellte, wurde eine mit Wasser gefüllte und fest verschlossene Bombe von  $18\frac{1}{3}$  Par. Zoll Durchmesser und  $2\frac{3}{4}$  Zoll Wanddicke bei Aussetzung einer Temperatur von  $-17^{\circ}$  R. mit solcher Gewalt zersprengt, dass Stücke von 150 Pfd. zehn Schritt weit flogen. Das Eis muss also specifisch leichter seyn als Wasser, was denn auch schon aus dem Schwimmen desselben auf Wasser Jedermann bekannt seyn wird. Sein specifisches Gewicht beträgt nach Dumas beinahe 0,95, nach Williams 0,945, nach Irvine und Scoresby 0,937 und nach Osann 0,9268. Luftblasen, von denen das Eis nur schwierig ganz zu befreien ist, legen diesen Bestimmungen bedeutende Hindernisse in den Weg.

Ungeachtet das Wasser beim Gefrieren sich ausdehnt, theilt doch das einmal gebildete Eis die Eigenschaft aller Körper, dass es bei Erkältung sein Volum verringert und bei Erwärmung (natürlich unterhalb Null) vergrößert. Nach Heinrich's Bestimmung verkürzt sich ein Eiscylinder für eine Erkältung von  $10^{\circ}$  R. um 0,0003064.

Auch mechanischen Kräften giebt das Eis nach; es ist kein ganz spröder Körper. Als Bevan von einer gröfsern Eismasse ein Parallelepipedum von 100 Zoll Länge, 10 Zoll Breite und 3,97 Zoll Dicke abschnitt, so dass es am einen Ende noch mit der Masse verbunden blieb, konnte er durch ein Gewicht von 25 Pfd., das er 2 Zoll vom andern Ende wirken liefs, eine Biegung von 0,206 Zoll hervorbringen. Darnach berechnete er den Elasticitätsmodulus des Eises zu 2100000 Fufs engl., während dieser Modulus für das Wasser, nach Canton's Versuchen, 2178000 Fufs betragen würde.

Die grofse Festigkeit des Eises, die durch diese und frühere Messungen wissenschaftlich festgestellt worden, ist niemals auffallender dargethan, als bei Gelegenheit des Eispalastes, den die Kaiserin Anna im Winter 1740 in St. Petersburg erbauen liefs. Vor demselben standen sechs Kanonen, aus welchen Kugeln von Werg und von Eisen mit

einer Ladung von  $\frac{1}{4}$  Pfd. Pulver ohne Schaden abgeschossen werden konnten.

Die Formen, in welchen das Eis für gewöhnlich erscheint, sind sehr mannichfaltig. In ruhigem Wasser bildet es sich dort zuerst, wo die Erkältung am größten ist. Daher entstehen in offenen Gefäßen, wie in Flüssen und Seen, zuerst am Rande spiefsige Krystalle, die zusammen wachsen und bald eine feste Decke bilden, die fortwährend an Dicke zunimmt und ein mehr oder weniger blasenfreies Glas darstellt. In rasch strömenden Flüssen bildet es sich bei großer Kälte am Boden und an Hervorragungen desselben in Gestalt einer spiefsigen schwammigen Masse, die man Grundeis nennt. Aus der Atmosphäre endlich sehen wir es unter der Gestalt von Schneeflocken und Hagelkörnern heruntorkommen. Alle diese Formen sind indess nur als Störungen der wahren Gestalt zu betrachten.

Die wahre Gestalt ist eine regelmässige Krystallgestalt, wie wir sie bei den meisten unorganisirten starren Substanzen wahrnehmen, und ohne Zweifel bei allen beobachten würden, wenn wir sie unter die geeigneten Umstände zum Krystallisiren versetzen könnten. In dieser Krystallgestalt hat man es indess bisher noch nicht künstlich darzustellen vermocht. Durch Beobachtungen an Krystallen, die mehr oder weniger ausgebildet, im Freien gefunden worden, in den sogenannten Eishöhlen oder einzeln auf der Eisdecke einer gefrorenen Wassermasse, ist so viel ermittelt, dass die Grundform entweder eine doppelsechseitige Pyramide oder ein Rhomböder ist (*Hericart de Thury, Smithson, Clarke, Brewster*). Das krystallinische Gefüge der Hagelkörner, so wie die große Mannichfaltigkeit der Formen des Schnees und der Eisblumen befrorener Fensterscheiben entspringt aus einem Zusammenwachsen der einfachen Krystalle.

Die Krystallgestalt des Eises wird auch durch sein optisches Verhalten bestätigt. Wiewohl es nämlich für gewöhnlich als ein klares, farbloses Glas ohne doppelte Strahlung erscheint, so hat doch *Brewster* gefunden, dass eine auf ruhigem Wasser bei gelindem Frost gebildete Eisplatte, aus welcher ein paar Rhomböderspitzen hervorragten, senkrecht gegen ihre Dicke sich im polarisirten Lichte wie ein einaxiger Krystall verhielt. Demgemäss muss das Eis auch doppelte Strahlenbrechung zeigen und für jeden der beiden Strahlen, in die das durchgehende Licht dabei zerfällt, einen besondern Brechungscoefficienten besitzen. Man kennt diese indess noch nicht, sondern nur einen einzigen, den des klaren Eisglases, der gleichsam ein Mittel von beiden darstellt, nach *Wollaston* (für violette Strahlen) 1,310, nach *Brewster* 1,307 beträgt, während der vom Wasser = 1,336 ist.

Für Wärme aus dunkler Quelle ist das Eis ein Nichtleiter, in noch höherm Grade als Wasser. Der Wärme aus leuchtender Quelle, der Wärme der Sonnenstrahlen, gestattet es aber, wenn es sonst nur klar ist, einen freien Durchgang, ohne sich dabei zu erwärmen. Daher die für Unkundige so überraschende Erscheinung, dass man mittelst einer Linse aus Eis die Sonnenstrahlen wie durch ein Brennglas sammeln und zur Entzündung brennbarer Substanzen verwenden kann.

Seine specifische Wärme beträgt nach *Clement und Desormes* 0,72, nach *Kirwan* 0,90, nach *Avogadro* 0,92, gegen die des Wassers = 1,00.

Ungeachtet das Eis nicht eher schmilzt als bis es in die Temperatur  $0^{\circ}$  versetzt worden, geht es doch unterhalb dieses Punktes in Dampfgestalt über. Bei allen in freier Natur vorkommenden Kältegraden, und vielleicht noch bei weit niedrigeren, verdunstet es. Dies ist nicht allein durch directe Wägungen aus dem Gewichtsverluste, den es erleidet, nachgewiesen, sondern geht auch aus der Tafel S. 437 Thl. II. hervor, welche zeigt, dass das Eis noch bei  $-20^{\circ}$  C. eine Spannkraft von 1,333 Millimeter Quecksilberdruck besitzt.

Das Eis, völlig trocken, ist ein Nichtleiter der Elektrizität. Lässt man Wasser in dem Kreis der Volta'schen Kette gefrieren, so hört alle Wirkung auf (Erman). Wegen seines Isolationsvermögens wird es auch durch Reiben elektrisch. Achar'd hat sogar eine Elektrisirmaschine mit einem Eiscylinder dargestellt. P.

Eiscalorimeter s. Calorimeter Thl. II. S. 28.

Eisen. Eigenschaften. Chemisches Zeichen: Fe (*Ferrum*). Atomgewicht = 339,205. Die Eigenschaften des in der Natur vorkommenden Eisens sind unter dem Artikel Meteoreisen nachzusehen. Das künstlich dargestellte Eisen ist entweder reines Eisen, Stabeisen, Roheisen oder Stahl.

#### 1) Reines Eisen.

Die Eigenschaften des reinen Eisens sind bisher nicht mit der Genauigkeit untersucht worden, wie dies mit den Eigenschaften der drei im Großen gewonnenen und praktisch wichtigen Eisensorten, Stabeisen, Roheisen und Stahl, der Fall ist. Reines Eisen wird erhalten, wenn man 4 Gewichtstheile Feilspäne von gutem Stabeisen, oder besser 4 Gewichtstheile zerschnittenen, feinen Eisendraht (weil zu dünnen Drahtsorten nur das am wenigsten verunreinigte Eisen angewendet werden kann) mit etwa 1 Gewichtstheil reinem Eisenoxyd, Eisenoxyd-Oxydul, feingepulvertem Eisenglanz oder Magneteisenstein mengt, das Gemenge in einen hessischen Tiegel bringt, mit einer Schicht metallfreien Glaspulvers bedeckt, den Tiegel verkittet, und ihn, am besten in einem Sefström'schen Gebläseofen, der stärksten Weißglühhitze aussetzt. Der Sauerstoff des zugesetzten Oxyds oder Oxyd-Oxyduls verbrennt hierbei den Kohlenstoff des Stabeisens, während das überschüssige Oxyd vom schmelzenden Glase aufgenommen wird. Auf diese Weise kann man sich gut geflossene Reguli reinen Eisens bis zu einem Gewichte von  $\frac{1}{2}$  Pfund und darüber verschaffen. In kleineren Quantitäten erhält man es mittelst Reduction von Eisenoxyd durch Wasserstoffgas, welche Operation sehr leicht in einer Glas- oder Porzellanröhre, unter Beihülfe einer noch nicht die Siedhitze des Quecksilbers erreichenden Temperatur ausgeführt werden kann. Das Eisen bleibt alsdann in Gestalt eines schwarzen Pulvers zurück, welches aber, wie Magnus fand, wegen seiner höchst feinen Zertheilung, gleich dem Platinschwamme, die Eigenschaft besitzt, Gase in sich zu condensiren, und sich daher, beim Zutritt der Luft, zu entzünden und zu verbrennen. Noch leichter geschieht dies, wenn das zur Reduction angewendete Eisenoxyd nicht rein, sondern mit einem feuerfesten Körper, wie Thonerde, Kieselerde u. s. w. verunreinigt war. In diesem Falle tragen nämlich diese Substanzen zu einer noch größeren Vertheilung der feinen, metallischen Eisentheile bei, und vergrößern da-

durch die Berührungsoberfläche zwischen Eisen und Sauerstoff. Um die Verbrennlichkeit des reducirten Eisens zu verhüten, muss man den Reductionsprocess bei einer höheren Temperatur vornehmen, als derselbe eigentlich erfordert. Hierdurch bewirkt man ein Zusammensintern der metallischen Theile, das reducirte Eisen bleibt als eine graue schwammige Masse zurück und entzündet sich nicht mehr von selbst.

Das nach der zuerst angegebenen Methode dargestellte reine Eisen hat im geschmolzenen Zustande eine fast silberweiße Farbe, einen schuppigen, muschligen, zuweilen krystallinischen Bruch, und besitzt die Fähigkeit, eine ausgezeichnete Politur anzunehmen. Es ist weicher als gewöhnliches Stabeisen, hat aber einen hohen Grad von Zähigkeit. Berzelius fand das specifische Gewicht desselben = 7,8439. Als es zu einer dünnen Platte ausgewalzt worden war, verminderte sich sein specifisches Gewicht merkwürdiger Weise bis auf 7,6, und nach Ausreckung desselben in einen  $\frac{1}{10}$  Zoll dicken Draht bis auf 7,75. Diese Anomalien rühren, nach Berzelius' Meinung, möglicher Weise von einer Repulsion zwischen der Oberfläche des Wassers und der des Eisens her, welche natürlich in demselben Verhältnisse zunehmen muss, als sich die Oberfläche des Eisens vergrößert, und durch die das unter Wasser hängende Eisenstück mit einer zwar äußerst dünnen, aber doch zur Gewichtsverminderung des Eisens beitragenden, luftleeren oder luftgefüllten Schicht umgeben wird. Es liesse sich jedoch auch annehmen, dass der Grund zu diesem sonderbaren Phänomen in der Verschiedenheit der molecularen Anordnung bei dem geschmolzenen, gewalzten und zu Draht gezogenen reinen Eisen zu suchen sey. In dem erstgenannten, stets mehr oder weniger krystallinischen Metalle können die Molecule eine, für die größtmögliche Dichtigkeit der Masse, zweckmäßigere Anordnung haben, als in den beiden anderen, bei denen diese Anordnung durch den Process des Walzens oder Ausreckens in verschiedenem Grade gestört worden ist. Ein analoges Beispiel für ein solches Verhalten dürfte das Wismuth liefern, welches durch bloßes heftiges Zusammenpressen, ohne dass seine Oberfläche vergrößert wird, dichter zu werden scheint<sup>1)</sup>. — Die specifische Wärme des reinen Eisens ist wahrscheinlich etwas geringer als 0,11379, welche Zahl, nach Regnault, die specifische Wärme des Stabeisens ausdrückt, wenn die des Wassers = 1 gesetzt wird. Aus Regnault's Versuchen mit Stabeisen, Gussstahl und weißem Roheisen scheint nämlich hervorzugehen, dass die Wärmecapacität des Eisens mit seinem Kohlenstoffgehalte zunimmt. Das reine Eisen ist noch schwieriger schmelzbar als Stabeisen. Es vermag den Magnetismus weniger in sich zurückzuhalten als letzteres, obgleich es stärker vom Magnete angezogen wird. Dagegen ist dasselbe ein besserer Leiter der Elektrizität als jedes kohlenstoffhaltige Eisen, und ist der Oxydation durch die gemeinschaftliche Einwirkung von Luft, Feuchtigkeit und Kohlen-säure noch mehr ausgesetzt als dieses.

## 2) Stabeisen.

Gutes Stabeisen enthält, als wesentlichen Bestandtheil, in der Regel  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Procent Kohlenstoff. Unter seine zufälligen Bestandtheile, die jedoch meist in noch weit geringerer Menge auftreten, ge-

<sup>1)</sup> Matchand und Scheerer in Erd. u. March. Journ. f. prakt. Chemie, XXVII. 4. S. 309.

hören vorzüglich Schwefel, Phosphor, Silicium und Mangan, von denen die beiden ersteren die schädlichsten Einflüsse auf die Güte des Stabeisens haben, Silicium dagegen weniger, und Mangan gar nicht schädlich, in mancher Beziehung sogar von guter Wirkung ist. Je nach dem Gehalte an Kohlenstoff und zufälligen Beimengungen, sind die Eigenschaften verschiedener Stabeisensorten mehr oder weniger großen Verschiedenheiten unterworfen.

Die Farbe des Stabeisens ist lichtgrau, einerseits in's lichtbläulich Graue, ja fast Silberweise, andererseits in's Dunkelgraue übergehend. An diesen verschiedenen Nüancen ist nicht die relative Menge des Kohlenstoffs allein Schuld, sondern auch der Gehalt an unwesentlichen Beimengungen trägt hierzu bei. Eine sehr helle Farbe des Stabeisens kann vorzüglich herrühren 1) von einem Mangel an Kohlenstoff, 2) von einem Gehalt an Silicium, 3) von einem Gehalt an Phosphor; eine verhältnissmäßig dunkle Farbe dagegen 1) von einem grossen Kohlenstoffgehalte, 2) von einer Verunreinigung durch Schwefel, 3) von einem Mangangehalte. In den meisten Fällen werden natürlich mehre von diesen Ursachen zugleich wirksam seyn.

Der Glanz des Stabeisens ist nicht von dessen Farbe abhängig, indem lichte und dunkle Sorten desselben sowohl starken als schwachen Glanz haben können. Ein Ueberfluss von Kohlenstoff, so wie auch ein fast gänzlicher Mangel desselben, ferner ein Gehalt an Silicium und Phosphor bewirken grösseren, ein mittlerer Kohlenstoffgehalt dagegen, so wie das Vorhandenseyn von Schwefel und vielleicht Mangan, geringeren Glanz. Eine unmittelbare Folge aus dem Angeführten ist es also: 1) dass sehr liches und zugleich stark glänzendes Stabeisen entweder zu wenig Kohlenstoff enthält (in diesem Falle besitzt es einen Stich in's Bläuliche), oder dass es stark durch Silicium oder Phosphor verunreinigt ist (in welchem Falle die Farbe fast rein weiss erscheint); 2) dass sehr dunkles und wenig glänzendes Stabeisen vielleicht Kohlenstoff in hinreichender Menge, aber möglicher Weise Schwefel (oder Mangan?) enthält; 3) dass liches und wenig glänzendes Eisen sehr wahrscheinlich einen mittleren Kohlenstoffgehalt und nur geringe Beimengungen schädlicher Bestandtheile bei sich führt, indem beträchtliche Mengen von Phosphor und Silicium seinen Glanz vermehren, Schwefel aber seine Farbe dunkler machen würde; 4) endlich, dass dunkles und doch zugleich glänzendes Eisen einen etwas hohen Kohlenstoffgehalt, aber keine bedeutende Quantität schädlicher Gemengtheile besitzt, denn Schwefel würde seinen Glanz geringer, Silicium oder Phosphor aber seine Farbe lichter machen. Haben daher Farbe und Glanz einer Stabeisensorte die unter 3 und 4 angeführte Beschaffenheit, so ist Grund vorhanden, gute Eigenschaften bei derselben vorauszusetzen. Noch genüendere Schlüsse auf die Güte des Stabeisens lassen sich aber thun, wenn man die Merkmale, welche Farbe und Glanz an die Hand geben, noch mit denen combinirt, welche sich aus der Textur entnehmen lassen.

Textur. Je nachdem Stabeisen zu dickeren oder dünneren Stäben ausgereckt, oder gar zu Draht ausgezogen wurde, ist die Textur desselben eine verschiedene. Wird also die Grösse des Querschnittes eines Eisenstabes nicht berücksichtigt, so können Eisenstäbe von sehr ungleicher Dicke eine ganz ungleiche Textur haben, in der That aber doch aus einerlei Eisen bestehen. Die Erkennung der Textur des

Stabeisens ist aber noch mit einer Schwierigkeit anderer Art verbunden. Da nämlich die Textur eines Körpers mit Genauigkeit nur auf seinem Bruche erkannt werden kann, indem sich hier die innere Anordnung seiner größeren Theile dem Auge aufschliesst, so ist es klar, dass die Textur bei allen geschmeidigen Körpern schwierig zu beurtheilen seyn wird, weil ihre Bruchfläche nur ein mehr oder weniger modificirtes Bild ihrer inneren Theilanordnung zu geben vermag. In hohem Grade ist dies aber der Fall bei einem nicht allein sehr geschmeidigen, sondern zugleich auch außerordentlich festen und zähen Metalle, wie das Stabeisen. Eine wahre Bruchfläche lässt sich bei demselben, wenn es guter Qualität ist, gar nicht hervorbringen, sondern nur eine Zerreihsungsfläche, auf welcher mehr oder weniger Haken und Sehnen, als Folge der geschehenen Dehnung und Zerreihsung hervorrage. Soviel lässt sich jedoch aus der Beschaffenheit der Zerreihsungsfläche mit Sicherheit entnehmen, dass die Textur des Stabeisens desto körniger ist, je weniger dasselbe mechanischem Drucke (durch Walzen, Hämmern und dergleichen) ausgesetzt worden ist. Ein Stück einer fertig gefrischten und langsam erkalteten Lupe (gefrischtes aber noch nicht ausgeschmiedetes Stabeisen) hat ein ganz körniges Gefüge. Diese krystallinischen Körner, welche man sich nicht wie bloß aneinandergefügte Krystallindividuen, sondern vielfach mit einander verwachsen denken muss, verlieren durch Ausrecken unter dem Hammer oder durch das Auswalzen ihre Gestalt, und werden band- oder fadenförmig, und zwar um so mehr, je dünner die Stangen sind, in welche das Eisen ausgehämert oder ausgewalzt worden. Will man aus der Beschaffenheit der Zerreihsungsfläche zweier Stabeisensorten einen Schluss auf die Güte derselben ziehen, so ist es also erforderlich, dass man Stäbe von gleicher Breite und Dicke hierzu anwendet. Quadratstäbe unter 1 Zoll Seite und Bandstäbe unter  $\frac{1}{2}$  Zoll Dicke wählt man nicht gern, weil sonst die Beurtheilung unsicherer wird, indem einestheils die Faden und Sehnen zu dünn werden, anderentheils auch weniger gute Stabeisensorten in sehr dünnen Stangen eine mehr oder weniger fadige und sehnige Textur erlangen. Je mehr sich nun auf der Bruchfläche das Bild einer schwierigen Zerreihsung ausprägt, je mehr Haken und Zacken (wenn der Eisenstab größere Durchschnitts-Dimensionen hat) oder Sehnen und Faden (wenn derselbe geringere besitzt) sich auf derselben zeigen, desto zäher und fester ist das betreffende Stabeisen. Zeigen sich daher Körner, welche mehr zerbrochen als zerrissen sind, so ist eine entgegengesetzte Eigenschaft desselben kaum einem Zweifel unterworfen, und hauptsächlich entweder ein Gehalt an Phosphor oder Silicium, oder von beiden zugleich zu vermuthen. Schwefel verhindert weniger die Bildung einer guten Zerreihsungsfläche, ein zu hoher Kohlenstoffgehalt kann aber ebenfalls darauf hinwirken. Farbe und Glanz des Stabeisens geben alsdann nähere Aufschlüsse über den wahrscheinlichen Grund seiner schlechteren Qualität. — Nicht hinreichend gefrischtes Stabeisen pflegt oft aus einem Gemenge von fast noch unverändertem Roheisen und fertig gebildetem Stabeisen zu bestehen, und daher einen gemischten Bruch zu besitzen, indem sich auf demselben theils Sehnen und Zacken, theils kantige Körner zeigen, welche letzteren die Stellen verrathen, an denen sich das noch zu sehr kohlenstoffreiche Eisen befindet. — Wird sehniges Stabeisen bis zur Schweifs-



hitze gebracht, und dann plötzlich in Wasser abgelöscht, so verliert es seine Textur, wird körnig, und zeigt auf dem Bruche eine körnig hakige Beschaffenheit. Beim abermaligen Erhitzen bis zur erwähnten Temperatur und nachherigem Ausrecken, erlangt es jedoch seine sehnige Textur vollkommen wieder. — Auch ein gewisser, lange und in Absätzen wirkender starker Druck scheint dem sehnigen Eisen mit der Zeit eine körnige Textur zu geben. Auf dem Harze hat man nämlich die interessante Erfahrung gemacht, dass die Glieder aller Kettenseile (Ketten, welche in Schachten besonders zum Fördern, d. h. zum Herausziehen des gewonnenen Erzes u. s. w. gebraucht werden) an den Stellen, wo zwei Kettenglieder einander berühren, nach längerem Gebrauche eine vollkommen feinkörnige, stabartige Textur erhalten. Zerreißt eine solche Kette, so ist es stets an diesen Stellen, welche, durch Einbüßung ihrer sehnigen Textur, an Festigkeit verloren haben. —

Die Härte der verschiedenen Stabeisensorten lässt sehr bedeutende Unterschiede zu, indem sowohl ein grösserer Kohlenstoffgehalt, als das Vorhandenseyn gewisser Verunreinigungen, grössere Härte zur Folge haben. Man kann wohl annehmen, dass es kein Stabeisen giebt, dessen polirte Oberfläche (diese allerdings schwieriger als die gefeilte) nicht durch Feldspath geritzt würde, aber es kommt auch vieles Stabeisen vor, welches durch Apatit geritzt wird, ja zuweilen solches, dessen Härte die des Flussspathes kaum übertrifft. Licht bläuliches und stark glänzendes (verbranntes oder sehr kohlenstoffarmes) Stabeisen ist am weichsten. Lichtes und zugleich wenig glänzendes Stabeisen pflegt ebenfalls sehr weich, dunkles und glänzendes weniger weich, dunkles und mattes dagegen, so wie licht weisses und zugleich stark glänzendes härter zu seyn. Den Grund hiervon wird man leicht finden, wenn man die Ursachen berücksichtigt, welche beim Stabeisen die genannten Zustände der Farbe und des Glanzes hervorbringen. — Wird glühendes Stabeisen in kaltem Wasser abgelöscht, so erlangt es hierdurch eine nur sehr wenig grössere Härte als zuvor, und zwar ist diese Zunahme um so geringer, je ärmer an Kohlenstoff und fremden Bestandtheilen dasselbe war. —

**Festigkeit.** Von grosser Wichtigkeit für praktische Zwecke ist es, die Festigkeit des Stabeisens zu kennen, und es fehlt daher auch nicht an Versuchen über diesen Gegenstand. Dass diese Versuche keine sehr übereinstimmenden Resultate gegeben haben und geben konnten, ist eine unmittelbare Folge aus der schon mehrfach erwähnten, verschiedenartigen chemischen Beschaffenheit der Stabeisensorten. Was zuerst die absolute Festigkeit des Stabeisens betrifft, so stellt Karsten, hauptsächlich auf die Versuche von Muschenbrock, Soufflot, Rennie, Telford, Brown, Seguin und Brunel gestützt, die Regel auf, dass ein quadratischer Stab aus gutem Eisen, und von 1 Quadratzoll rheinl. Querschnittsfläche, erst bei einem angehängten Gewichte von 58,000 Berliner Pfunden zerreißen muss. Werden Stäbe von grösserem Querschnitte angewendet, so zerreißen dieselben bei einer verhältnissmässig viel geringeren Belastung, während Stäbe von kleinerem Querschnitte eine verhältnissmässig viel grössere Belastung aushalten. Das Stabeisen folgt also nicht dem sonst allgemein gültigen Gesetze, dass die absolute Festigkeit von Stäben aus gleicher Masse im gleichen Verhältnisse mit den Querschnitt-

ten derselben steht. So trägt z. B. ein Eisenstab von  $\frac{1}{4}$  Quadratzoll rheinl. Querschnittsfläche nicht etwa  $\frac{1}{4} \times 58,000 = 14,500$  Pfunde, sondern 17,500 Pfd. vor dem Zerreißen. Ebenso zerreißt ein Eisenstab von  $\frac{1}{8}$  Quadratzoll Querschnitt nicht bei  $\frac{1}{8} \times 58,000 = 7,250$ , sondern erst bei 9,375 bis 10,000 Pfd. Während also ein quadratischer Stab guten Eisens von 1 Zoll Seite bei 58,000 Berl. Pfd. Belastung zerreißt, tritt die gemeinschaftliche Zerreißenung von vier neben einander aufgehängten Eisenstäben, jeder von  $\frac{1}{4}$  Zoll Durchschnittsfläche (zusammen also ebenfalls 1 Quadratzoll Querschnitt) erst bei 70,000 Pfd., und von acht neben einander aufgehängten Stäben, jeder von  $\frac{1}{8}$  Quadratzoll Querschnitt, erst bei 75—80,000 Pfd. ein. Dies anscheinend sehr paradoxe Phänomen findet seine Erklärung leicht in dem, was über die Textur des Stabeisens angeführt wurde, dass nämlich gutes Stabeisen sein ursprüngliches, körniges Gefüge desto mehr in ein sehniges umändert, je dünner die Stangen sind, in welche man es ausreckt, je öfter es also die Walzen oder den Hammer hat passieren müssen. Guter Eisendraht hat daher die größte absolute Festigkeit. Drähte von der Dicke des gewöhnlichen Klavierdrahtes in solcher Anzahl neben einander aufgehängt, dass ihre sämtlichen Querschnitte zusammengenommen 1 Quadratzoll ausmachen, vermögen eine Belastung von etwa 130,000 Berl. Pfd. zu tragen. — Von jeder der eben angegebenen Maximum-Belastungen, darf in der Praxis, wenn man Eisenstangen und Drähte zum Tragen von Lasten benutzen will, nur etwa die Hälfte angewendet werden, indem hierdurch die Elasticitätsgrenze des Stabeisens noch nicht merklich überschritten wird. Wenn man z. B. einen Eisenstab von 1 Quadratzoll Querschnitt, welcher bei 58,000 Berl. Pfd. zerreißen würde, mit 29,000 Pfd. belastet, so erleidet derselbe, mittelst seiner Elasticität, eine geringe Ausdehnung, welche aber fast ganz wieder verschwindet, sobald die Belastung entfernt wird. Nach Tredgold's und Duleau's Versuchen ist diese Elasticitätsgrenze geringer. Ersterer fand nämlich, dass ein Eisenstab von 1 Quadratzoll Querschnitt nicht viel über 18,233 Pfd. tragen könne, ohne eine, auch nach der Fortschaffung der Belastung, bleibende Dehnung zu erhalten. Die wieder verschwindende Dehnung beträgt nach Tredgold  $\frac{1}{1400} = 1,000714$ , nach Duleau 1,000620 von der Länge des Stabes. Bei geglühtem (aber nicht hierbei ausgerecktem) und darauf langsam erkaltetem Stabeisen ist die absolute Festigkeit, so wie auch die Elasticitätsgrenze geringer als bei anderem. Beide sind auch weniger groß in einem über den Kochpunkt des Wassers erwärmten, als in einem kalten Eisenstabe. Zwischen  $0^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  C. scheinen sie keinen bedeutenden Veränderungen unterworfen zu seyn. — Ueber die relative Festigkeit des Stabeisens mangeln bis jetzt noch hinreichende Versuche. Das Wenige, welches darüber bekannt ist, bezieht sich hauptsächlich auf die Kraft, die erfordert wird, um einen Eisenstab von gegebener Dicke zu zerbrechen, aber nicht auf das Belastungs-Maximum, welches ein mit einem Ende befestigter, horizontaler, oder auch ein mit beiden Enden aufliegender Eisenstab zu tragen vermag, ohne dass die Ueberschreitung seiner Elasticitätsgrenze zu befürchten steht. — Die rückwirkende Festigkeit des Stabeisens ist von Rondelet untersucht worden. Derselbe fand, dass ein Gewicht von etwa 72,000 preussischen Pfunden dazu gehört, um einen Stabeisenwürfel von 1 Zoll Seite zu zerdrücken.

Würfel von kleineren Dimensionen, z. B. von  $\frac{1}{2}$  Zoll Seite, erfordern etwa denselben Druck<sup>1)</sup>.

Die Geschmeidigkeit des Stabeisens ist nicht ganz so groß wie die des chemisch reinen Eisens, aber bedeutend genug, um dem Stabeisen eine der ersten Stellen unter den geschmeidigen Metallen einzuräumen. Der Grad der Geschmeidigkeit eines Metalls ist der Complex seiner Härte und Festigkeit. Es gehört eine gewisse Weichheit dazu, dass ein Metall einem nicht starken mechanischen Druck oder Stofs nachgebe, indem es an den Angriffspunkten der Kraft ausweicht; aber es wird zur Geschmeidigkeit zugleich ein Grad der Festigkeit erfordert, welcher verhindert, dass das Metall bei diesem Ausweichen nicht seinen Zusammenhang verliere.

Ein hartes Metall ohne große Festigkeit wird nicht geschmeidig seyn können, weil die Kraft, welche dazu gehört, seine Form zu ändern, auch schon hinreichend seyn kann, den Zusammenhang seiner Theile aufzuheben. Dies ist der Fall bei vielen der härteren Metalle, die sich leicht pulvern lassen. Ein hartes Metall mit bedeutender Festigkeit kann aber geschmeidig seyn, sobald nur Härte und Festigkeit in dem richtigen Verhältnisse stehen. Hierzu liefern die härteren Sorten des Stabeisens und der ungehärtete Stahl Belege. Ist ein Metall weich, und besitzt doch zugleich eine verhältnissmäßig große Festigkeit, so werden offenbar die höchsten Grade der Geschmeidigkeit, wie sie sich z. B. beim Golde und Silber, und zum Theil auch bei den weichsten Stabeisensorten finden, erreicht werden müssen. Ist endlich ein Metall weich und nicht verhältnissmäßig fest, so kann hierdurch wohl eine Art von Knetbarkeit, eine leichte Verschiebbarkeit der Theile bewirkt werden, aber es sind nicht die günstigsten Bedingungen vorhanden, demselben eine ausgezeichnete Geschmeidigkeit zu ertheilen, von der man besonders verlangt, dass sich das Metall zu den dünnsten Platten aushämmern oder auswalzen, und zu den feinsten Drähten ausziehen lassen muss. Hiervon giebt das Blei ein instructives Beispiel. — Es sind besonders drei Umstände, welche einen großen Einfluss auf die Geschmeidigkeit des Stabeisens, so wie überhaupt auf die eines jeden anderen Metalls ausüben, nämlich 1) die Temperatur, 2) die chemische Beschaffenheit und 3) die mechanische Anordnung. Was zuerst die Temperatur betrifft, so ist es eine bekannte Thatsache, dass alle Metalle mit zunehmender Kälte spröder, mit zunehmender Wärme aber meist geschmeidiger werden. Stabeisen kann jedoch nicht leicht so stark abgekühlt werden, dass es, ähnlich dem Stahle, bei den ersten Hammerschlägen zerspringt. Durch Erhitzen bis zum Glühen wächst seine Geschmeidigkeit bedeutend, indem es an Weichheit zunimmt und seine Festigkeit nicht unverhältnissmäßig vermindert wird. Die chemische Beschaffenheit des Stabeisens ist unleugbar vom größten Einflusse auf dessen Geschmeidigkeit. Diejenigen zufälligen Bestandtheile, deren Beimischung das Stabeisen am häufigsten ausgesetzt ist, und die seine Geschmeidigkeit am meisten beeinträchtigen, sind: Schwefel, Phosphor und Silicium. Ein kleiner Gehalt an Schwefel wirkt, bei gewöhnlicher Temperatur, nicht merklich nachtheilig auf die Geschmei-

<sup>1)</sup> Die Beschreibung der neuesten, sehr wichtigen Versuche und Resultate über die Elasticität und Festigkeit des Stabeisens siehe in Hausmann's Studien des Göttingeschen Vereins bergmännischer Freunde. Bd. IV. 287.

digkeit des Stabeisens, aber, nach Karsten sind schon 0,03 Procent Schwefel hinreichend, um das Eisen, wie der praktische Ausdruck dafür lautet, rothbrüchig zu machen, d. h. leicht brechend, brüchig in der Rothglühhitze. Phosphor ruft den entgegengesetzten Nachtheil hervor; etwa 1 Procent desselben macht das Eisen schon kaltbrüchig, brüchig bei gewöhnlicher Temperatur. Silicium hat eine ähnliche Wirkung wie Phosphor, aber noch in einem höheren Grade, denn schon etwa 0,3 Procent desselben verursachen Kaltbruch des Eisens. Ein bedeutender Siliciumgehalt pflegt jedoch selten im Stabeisen vorhanden zu seyn, da es leicht ist, denselben beim Frischprocesse fortzuschaffen. Ein Gehalt an Mangan scheint für die Geschmeidigkeit des Stabeisens nichts weniger als nachtheilig. Was endlich den dritten wichtigen Umstand bei der Geschmeidigkeit des Stabeisens, die mechanische Anordnung, anbelangt, so ist hiermit gemeint, dass die Molecule des Eisens eine Anordnung haben können, welche der Geschmeidigkeit entgegenwirkt. Eine solche innere Theil-Anordnung wird in einem Eisenstabe, z. B. durch lange fortgesetztes Hämmern hervorgebracht. Er gewinnt hierdurch sehr an Elasticität, verliert aber an Weichheit und besonders Geschmeidigkeit. Nur durch Ausglühen kann ihm seine vorige Geschmeidigkeit wiedergegeben werden. Auch Stabeisen, jedoch vorzüglich nur das kohlenstoffreichere, welches glühend im Wasser abgelöscht wird, büßt einen geringen Theil seiner Ductilität ein.

Das specifische Gewicht des Stabeisens variirt etwa zwischen den Grenzen 7,3 und 7,9, lässt sich also durchschnittlich zu 7,6 annehmen. Im Allgemeinen hat gutes Stabeisen ein specifisches Gewicht, welches diesem mittleren nahe kommt; jedoch fehlt es auch nicht an Beispielen, die beweisen, dass gute Stabeisensorten sowohl eine größere als geringere specifische Schwere haben können. Umstände mechanischer Art sind hierbei zuweilen mitwirkend. Karsten ermittelte, dass Eisen, welches in Stäben von 4 Zoll Breite und 1 Zoll Dicke ein specifisches Gewicht von 7,8010 besaß, dasselbe bis zu 7,8621 vergrößerte, als es zu einem sehr dünnen Bleche ausgewalzt wurde. Ebenso fand er, dass Eisen von 7,7938 spec. Gew. bis zum schwächsten Draht ausgezogen, ein spec. Gewicht von 7,8425 erhielt. — Für praktische Zwecke kann man das absolute Gewicht eines preussischen Cubikfußes Stabeisen zu 514 preuss. Pfunden, das eines Cubikzollens also zu 9,52 Loth annehmen.

Verhalten des Stabeisens zur Wärme. — Das Wärmestrahlungs-Vermögen des Eisens ist größer, als das des Goldes, Silbers, Kupfers und Zinnes, aber kleiner, als das des Quecksilbers und Bleies. Hat man also gleichgroße und gleichwarne polirte Oberflächen dieser Metalle, so wird Eisen, in einem gegebenen Zeitraume, mehr Wärme, als die erstgenannten, und weniger, als die letztgenannten Metalle ausstrahlen. Rufs und Wasser besitzen fast ganz gleiches, und zwar das größte Wärmestrahlungsvermögen. Setzt man dies = 100, so ist das des Eisens = 15, während das der erstgenannten Metalle etwa = 20 und das des letztgenannten = 12 ist. — Die specifische Wärme sehr reinen Stabeisens ist nach Dulong und Petit = 0,1100, nach Regnault = 0,11379. Kohlenstoffreiches Stabeisen hat eine etwas größere specifische Wärme; ein Gleiches ist auch meist mit unreinem Stabeisen der Fall. — Weber hat gezeigt, dass die Temperatur des Eisens um 100° C. erhöht oder erniedrigt wird, nachdem man

dessen Volumen entweder durch Druck um  $\frac{1}{18}$  vermindert, oder durch Ausdehnung um ein Gleiches vermehrt. — Nach Despretz's Versuchen verhält sich das Wärmeleitungs-Vermögen des Eisens zu dem des Goldes wie 374,3 zu 1000. — Ueber die Ausdehnung des Stabeisens durch die Wärme sind eine nicht unbedeutende Anzahl von Versuchen angestellt worden. Die ausführlichsten und genauesten derselben dürften die von Hällström und von Dulong und Petit seyn. Hällström untersuchte diese Ausdehnung zwischen den Temperaturen  $-40^{\circ}$  C. und  $+100^{\circ}$  C., und erhielt dabei folgende Resultate:

Temperatur:	Länge des Eisens:
$-40^{\circ}$ C. . . . .	0,999682
$-30^{\circ}$ . . . . .	0,999721
$-20^{\circ}$ . . . . .	0,999811
$-10^{\circ}$ . . . . .	0,999904
$0^{\circ}$ . . . . .	1,000000
$+10^{\circ}$ . . . . .	1,000102
$+20^{\circ}$ . . . . .	1,000211
$+30^{\circ}$ . . . . .	1,000328
$+40^{\circ}$ . . . . .	1,000453
$+50^{\circ}$ . . . . .	1,000588
$+60^{\circ}$ . . . . .	1,000734
$+70^{\circ}$ . . . . .	1,000892
$+80^{\circ}$ . . . . .	1,001063
$+90^{\circ}$ . . . . .	1,001247
$+100^{\circ}$ . . . . .	1,001446

Das zu diesen Versuchen angewendete Stabeisen hatte bei  $19^{\circ}$  C. ein specif. Gew. von 7,737. Davy fand, dass Stabeisen sich zwischen dem Gefrier- und Siedepunkte um 0,00126 ausdehnt. Dulong's und Petit's Untersuchungen gaben Resultate, welche mit denen von Hällström nicht gut übereinstimmen. Sie fanden nämlich den Coefficienten für die Längenausdehnung, für jeden Grad zwischen  $0^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  C.  $= \frac{1}{84000}$ , die ganze Längenausdehnung zwischen Gefrier- und Siedepunkt also  $= \frac{1}{840}$ , während dieselbe nach Hällström  $= 1,001446$  oder  $\frac{1}{694}$  ist. Möglicher Weise hat die Beschaffenheit des Stabeisens zu dieser Abweichung Veranlassung gegeben. Für jeden Grad zwischen  $100^{\circ}$  C. und  $300^{\circ}$  C. (etwa der Schmelzpunkt des Bleies) bestimmten Dulong und Petit den Längenausdehnungs-Coefficienten zu  $\frac{1}{68100}$ . Rinman ermittelte die Längenzunahme eines rothglühenden Eisenstabes, der bis zur Weißgluth erhitzt wurde, zu  $\frac{3}{560}$ . Derselbe giebt die ganze Längenausdehnung, welche Stabeisen zwischen einer Temperatur von etwa  $20^{\circ}$  C. bis zur Weißglühhitze erleidet, zu  $\frac{7}{560}$  an. —

Der Schmelzpunkt des Stabeisens ist noch nicht mit Genauigkeit ermittelt; man weiß nur so viel, dass derselbe zwischen den Schmelzpunkten des Roheisens und Platins liegt. Die Temperatur, bei welcher Roheisen und die, bei welcher Platin schmilzt, sind aber nur annäherungsweise bekannt, erstere mag etwa  $1550^{\circ}$  —  $1650^{\circ}$  C., und letztere  $2500^{\circ}$  —  $2650^{\circ}$  C. seyn, so dass sich der Schmelzpunkt des Stabeisens, in runder Zahl, allenfalls auf  $2000^{\circ}$  C. schätzen lässt. — Wird Stabeisen bis zum Weißglühen erhitzt, so erweicht dasselbe in einem solchen Grade, dass es

leicht mechanische Eindrücke annimmt, sich biegen, walzen und durch den Hammer bearbeiten lässt. Das Eintreten dieses Zustandes großer Ductilität geschieht nicht plötzlich; schon bei der Rothglühhitze wird das Stabeisen merklich weicher, und fährt nun fort, bei steigender Temperatur, an Weichheit zuzunehmen, bis es beim Weißglühen endlich eine gewisse, wachsartige Knetbarkeit erlangt, welche, bei noch mehr erhöhter Temperatur, zuletzt in wirkliche Flüssigkeit übergeht. Werden zwei weißglühende Stücke Stabeisen an einander gelegt, so können dieselben durch Hammerschläge, Pressen u. dgl. zu einem einzigen Stücke vereinigt, gewissermaßen verknetet werden. Die Vereinigung zweier Stabeisenstücke auf diese Weise ist so innig, dass beide nun durchaus als Eins zu betrachten sind, indem keine mechanische Gewalt im Stande ist, dieselben genau an der Stelle wieder zu trennen, wo die Zusammenfügung geschah. Diese Eigenschaft des Stabeisens, sich in der Weißglühhitze durch mechanischen Druck bleibend aneinanderfügen zu lassen, bezeichnet man mit dem Namen der Schweißbarkeit. Diese Benennung ist offenbar eine etwas unlogische Ableitung aus dem Worte »Schweißhitze«, womit man die Weißglühhitze, wenn von ihr mit Beziehung auf das Stabeisen die Rede ist, zu bezeichnen pflegt. Stabeisen, welches zwischen Kohlen bis zur Weißgluth erhitzt wird, bedeckt sich nämlich mit einer leichtflüssigen Schlacke (von deren Entstehungsart weiter unten die Rede seyn wird), welche, beim Herausziehen des weißglühenden Eisens aus den Kohlen, theils abtropft, theils durch die Hammerschläge umhergeschleudert wird. Das Eisen scheint alsdann gewissermaßen zu schwitzen; und daher mag wohl obige Benennung kommen. Die Schweißbarkeit kommt, außer dem Eisen, nur noch dem Platin zu. Warum nicht andere Metalle schweißbar sind, findet seine Erklärung in Folgendem. Das erste Erforderniss zur Schweißbarkeit eines Metalls ist eine schon weit vor seinem Schmelzpunkte eintretende allmälige Erweichung, welche bei keinem andern Metalle in vollkommener Art, als bei Platin und Eisen stattfindet. Zwar alle Metalle erweichen in der Glühhitze mehr oder weniger, aber entweder nicht hinreichend, oder ihr Schmelzpunkt liegt dieser Erweichung so nahe, dass es sehr schwierig wird, den rechten Hitzpunkt zu treffen. Gold und Silber schmelzen fast plötzlich, ohne vorher merklich erweicht gewesen zu seyn; einige der unedlen Metalle zeigen aber ein in dieser Hinsicht günstigeres Verhalten, und sie würden sich vielleicht schweißen lassen, wenn sie eine zweite, ebenso wichtige Bedingung erfüllten. Diese besteht darin, dass der mechanischen Vereinigung zweier glühend erweichten Metallstücke keine, durch das Glühen gebildete, Oxydschicht hindernd im Wege ist. Beim Platin ist dies natürlicher Weise durchaus nicht der Fall, weil sich dasselbe bei keiner Temperatur durch den Sauerstoff der Luft oxydirt, also auch in der Weißglühhitze eine vollkommen reine, metallische Oberfläche besitzt, die dem Zusammenschweißen zweier Platinstücke kein Hinderniss in den Weg legt. Man sollte also meinen, dass sich das Eisen, wegen seiner leichten Oxydirbarkeit, nicht schweißen lassen könnte, indem es sich bekanntlich in höheren Temperaturen sehr schnell mit einer Oxyd-Oxydulschicht bedeckt. Nur zum Theil kann dies dadurch verhindert werden, dass man die Eisenstäbe zwischen Kohlen erhitzt; mehr aber als dieser Umstand trägt, zur Fortschaffung dieser Schicht oxydirten Eisens, die Anwesenheit von Kieselerde bei, welche in jedem Schmiede-

feuer stattfindet. Nicht nur dass, durch Verbrennung der Kohlen, viel Kieselerdehaltige Asche auf dem Heerde zurückbleibt, sondern man bestreut auch oft die zu schweisenden Eisenstangen mit reinem Quarzsande. Dies hat seinen guten Grund. Eisenoxyduloxyd, noch mehr aber reines Eisenoxydul, giebt mit Kieselerde eine leicht- und dünnflüssige Schlacke. Diese ist es, welche vom schweißswarmen Eisen abtropft und durch Hammerschläge umhergeschleudert wird. Ueberzieht sich also weißglühendes Stabeisen mit einer dünnen Schicht dieser Schlacke, so kann diese dem Schweißen kein Hinderniss seyn, weil sie, durch starken mechanischen Druck, zwischen den auf einander gelegten Eisenstücken leicht ausgepresst wird, und die reine metallische Oberfläche des Eisens zurücklässt. Wäre aber auch wirklich stellenweise eine mit einer dünnen Oxyd-Oxydul-Haut überzogene Oberfläche vorhanden (die dickeren Häute springen leicht bei den ersten Hammerschlägen ab, welche der Schmied auf die Eisenstäbe thut, ehe er sie auf einander legt), so würde dies das feste Zusammenhalten der an einander geschweißten und darauf erkalteten Eisenstücke durchaus nicht beeinträchtigen. Man kann nämlich annehmen, dass, wenn eine dünne Oxyd-Oxydul-Schicht zwischen zwei weißglühenden Eisenstücken liegt, dieselbe leicht und schnell reducirt wird, weil der Kohlenstoffgehalt des Stabeisens bei dieser Temperatur augenblicklich reducirend auf die oxydirte Haut einwirkt. Aus diesem Grunde erhält man eben, wie früher angeführt, reines Eisen, wenn Eisenoxyd oder Eisenoxydul und Stabeisen zusammengeschmolzen werden. An solchen Stellen, wo die Schweisstücke mit einer dünnen oxydischen Haut bedeckt waren, wird also gewissermaßen Stabeisen an Stabeisen durch kohlenstoffreies Eisen festgelöthet. Dass diese Art der Befestigung übrigens nicht ganz unwesentlich ist, ersieht man daraus, dass verbranntes Eisen (Stabeisen, welches durch zu lange Schweifshitze seinen Kohlenstoffgehalt fast gänzlich verloren hat) sich fast gar nicht, oder doch nur äußerst schwierig und unvollkommen schweißen lässt. —

Verhalten des Stabeisens zum Magnetismus. — Stabeisen äußert eine noch lebhaftere Wirkung auf die Magnetnadel als Stahl, und wird durch Bestreichen mittelst eines Magnetes noch schneller magnetisch als dieser, vermag aber den Magnetismus nicht so dauernd zu fesseln. Eine Magnetnadel, aus Stabeisen angefertigt, würde nach sehr kurzer Zeit ihren Magnetismus fast gänzlich wieder einbüßen, wie stark derselbe auch anfangs gewesen seyn mag. Je weniger Kohlenstoff das Stabeisen enthält, desto schneller schwindet die ihm beigebrachte magnetische Polarität. Es scheint also hiernach, dass ein gewisser Kohlenstoffgehalt durchaus nothwendig ist, um die magnetische Kraft dauernd an das Eisen zu binden. Ob hierbei der Kohlenstoff als solcher wirkt, oder ob derselbe nur eine gewisse, für die Zurückhaltung der magnetischen Kraft günstige Anordnung der Eisenmoleculen hervorruft (eine Anordnung, welche also vielleicht auch durch andere Stoffe als Kohle bewirkt werden könnte), ist bisher noch keineswegs ausgemacht. — Stellt oder hängt man einen Eisenstab in annähernd senkrechte Richtung, so wird derselbe mit der Zeit magnetisch. Nach Torelli de Narci ist dies schon der Fall, wenn der Eisenstab mit dem Horizont einen Winkel von mehr als  $20^{\circ}$  macht. — Durch Rothglühen wird der Magnetismus des Eisens fast ganz, durch Weißglühhitze gänzlich zerstört.

Verhalten des Stabeisens zur Elektrizität. — Das Stabeisen gehört zu den schlechteren elektrischen Leitern unter den Metallen. Wird das elektrische Leitungsvermögen des Kupfers = 100 gesetzt, so ist das des Eisens nach Harris = 20, nach Becquerel = 15,8 und nach Lenz = 17,74. Lenz ermittelte, dass die Temperatur großen Einfluss auf die Leitungsfähigkeit eines Metalls ausübt. Bei 0° C. war das Verhältniss zwischen dem Leitungsvermögen des Kupfers und dem des Eisens, wie oben angegeben; bei 100° C. war ersteres 73,00 und letzteres 10,87, bei 200° C. ersteres 54,82, letzteres 7,00.

Oxydirbarkeit des Stabeisens. — Ein Stück blankes Stabeisen kann lange Zeit in völlig trockner Luft, oder unter luftfreiem (ausgekochtem) Wasser aufbewahrt werden, ohne dass es, durch beginnende Oxydation, seinen Glanz im mindesten einbüßt. Sobald aber Feuchtigkeit und Luft zusammen auf das Eisen wirken, tritt eine allmähliche Oxydation ein, die um so schneller überhand nimmt, je mehr sie durch die Gegenwart von Kohlensäure unterstützt wird. Diese letztere giebt ohne Zweifel, sobald nicht stärkere Säuren vorhanden sind, den hauptsächlichsten Stimulus beim Rosten des Eisens ab. Nichts destoweniger kann aber Eisen in trockenem Kohlensäuregas aufbewahrt werden, ohne zu rosten. Nach Marshal Hall soll Eisen in stark mit Kohlensäure geschwängertem Wasser sehr schnell, und sogar unter sichtbarer Wasserstoffgas-Entwicklung oxydirt werden. Wenn Luft, Feuchtigkeit und Kohlensäure gemeinschaftlich auf Eisen wirken, so wird wahrscheinlich zuerst nur kohlensaures Eisenoxydul gebildet, welches sich dann zu Eisenoxyd-Hydrat, oder, wie Karsten angiebt, zu einer Verbindung von diesem mit basisch-kohlensaurem Eisenoxyd umändert. Das Eisenoxydul erhielt hierbei seinen Sauerstoff wahrscheinlich aus der Luft, und nicht aus dem Wasser, wobei Wasserstoff frei werden müsste, von dem man hierbei irrigerweise annahm, dass er mit Stickstoff aus der Luft Ammoniak bilde, da in der That aller Eisenrost, ja sogar manches natürlich vorkommende Eisenoxyd beim Erhitzen Spuren von Ammoniak entwickelt. Allein dies ist wahrscheinlich nur aus der Luft absorbirtes, darin vorhanden gewesenes Ammoniak. Aber nicht bloß entschieden elektronegative und sauer reagirende Stoffe, wie Kohlensäure, bewirken das Rosten des Eisens, sondern auch völlig neutrale Salze befördern dasselbe, wenn sie entweder in Wasser aufgelöst werden, unter welchem Eisen aufbewahrt wird, oder wenn man sie in Pulvergestalt auf das sich an einem feuchten Orte befindende Eisen streut. In diesem Falle scheint aber der Eisenrost stets aus einem sehr basischen Salze (vielleicht einer ähnlichen Verbindung, wie sie Karsten bei der Einwirkung von Kohlensäure auf Eisen fand) zu bestehen, welches einen kleinen Theil der Säure des im Wasser aufgelösten Salzes enthält. Löst man, anstatt eines neutral reagirenden Salzes, einen alkalisch reagirenden Stoff, wie Aetzkali, kaustischen Kalk u. s. w. in Wasser auf, und legt darauf blankes Eisen in dasselbe, so wird das Rosten gänzlich verhindert. Allerdings ist hierbei das Vorhandenseyn einer gewissen Menge dieser alkalischen Stoffe im Wasser erforderlich. Payen fand, dass eine gesättigte (?) Kalilauge, welche mit 1000 bis 2000 Thln. Wasser verdünnt wird, das Rosten des Eisens noch gänzlich verhindert, während eine solche, mit 3000 bis 4000 Thln. Wasser verdünnte Lauge dies nicht mehr ver-



mag. Gesättigtes Kalkwasser (etwa  $\frac{1}{1000}$  Kalk enthaltend) mit dreimal so viel Wasser verdünnt, schützt eine blanke Eisenoberfläche gegen Rost, mit viermal so viel Wasser verdünnt dagegen nicht mehr. Von neutralen kohlen-sauren Alkalien werden hierzu verhältnissmäfsig weit concentrirtere Auflösungen erfordert, als von kaustischen. Eine gesättigte Solution von neutralem kohlen-sauren Natron darf mit nicht mehr als etwa 50 und einigen Theilen Wasser verdünnt werden; bei einer etwa 60fachen Verdünnung, hört ihre schützende Wirkung auf. Die wahrscheinlichste und einfachste Erklärung dieser Thatsachen beruht sicherlich in der Absorption der Kohlensäure durch die angeführten Substanzen. Die neutralen kohlen-sauren Alkalien sind zwar schon mit dieser Säure verbunden, allein sie vermögen noch eine gröfsere Quantität derselben aufzunehmen. Dass übrigens hierbei auch eine Wirkung durch galvanischen Contact stattfindet, welche das Eisen, in Berührung mit jenen elektro-positiven Körpern, elektro-negativ und also unempfindlich gegen die Verbindung mit Sauerstoff macht, lässt sich nicht leugnen. Es giebt sogar ein Mittel, das Eisen vor dem Rosten zu bewahren, welches allein auf dieser Wirkung beruht. Auf das blank polirte Eisen werden nämlich an einigen Stellen Zinkplatten festgenietet, wodurch, da das Zink ein mehr elektro-positives Metall als Eisen ist, das letztere also ebenfalls elektro-negativ wird. Die hierdurch hervor-gebrachte schützende Wirkung ist aber nicht grofs, und scheint namentlich nur bis zu einem gewissen Abstände von der Zinkplatte thätig zu seyn; sollen grofse Oberflächen durch Zink geschützt werden, so werden hierzu mehrere, an verschiedenen Stellen angebrachte Zink-platten erfordert. Ferner ist erforderlich, dass die Oberfläche des Eisens nicht schon zuvor etwas gerostet war, namentlich aber nicht an den Stellen, wo die Zinkplatten festgenietet wurden. Eins der einfachsten Schutzmittel gegen das Rosten des Eisens, welches sich aber allerdings nicht in allen Fällen gebrauchen lässt, besteht darin, einen dünnen Ueberzug von einem trocknenden Oele, wie Leinöl oder Hanföl, anzuwenden. — Bei einer Temperatur von etwa 230° C. erlangt das Eisen die Eigenschaft, sich auf Kosten des Sauerstoffs der Luft zu oxydiren. Seine polirte Oberfläche überzieht sich alsdann, in Folge der eintretenden Oxydation, mit einer äufserst dünnen Haut, welche bei steigender Temperatur an Dicke zunimmt. Hierdurch entstehen die sogenannten Anlauffarben, von denen ausführlicher beim Stahle die Rede seyn soll. Durch anhaltendes starkes Glühen beim Zutritt der Luft kann Stabeisen mit einer dicken oxydischen Schicht umgeben werden, welche, dem Eisen zunächst, vorherrschend aus Eisen-oxydul (nach Mosander  $6\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ), der Oberfläche zunächst dagegen, annähernd aus dem gewöhnlichen Oxyd-Oxydul ( $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) besteht. Bei sehr anhaltendem Glühen und gutem Luftzutritte ver-wandeln sich die äufsersten Lagen dieser Schicht nach und nach in reines Eisenoxyd. In starker Weifsglühhitze verbrennt das Stabeisen unter heftigem Funkensprühen, und man kann, wenn die Hitze stark genug war, dieses Verbrennen durch Anblasen, mittelst eines Blasehalgs, befördern. — Wird Stabeisen, z. B. Eisendraht, bei einer Temperatur von etwa 360° C. (dem Kochpunkte des Quecksilbers), der Einwirkung von Wasserdämpfen ausgesetzt, so wird das Wasser zerlegt, Wasserstoff wird frei und das Eisen bedeckt sich mit einer Schicht von Oxyd-Oxydul. Sehr paradox erscheint es auf den ersten Blick, dass, wenn dieses

Oxyd fein gepulvert und nun, bei derselben Temperatur (360° C.), Wasserstoff darüber geleitet wird, man wieder metallisches Eisen erhält. Um diese Thatsache erklären zu können, muss man, wie Berzelius erinnert, an das von Berthollet entdeckte Gesetz denken, nämlich: »dass die Wirkung einer Verwandtschaft sowohl vom Grade der Verwandtschaft selbst, als von der Menge des einwirkenden Körpers herrührt.«

**Auflösbarkeit des Stabeisens.** — Eisen wird, selbst durch die schwächsten Säuren, oxydirt, und in diesem Zustande von der überschüssigen Säure aufgelöst, vorausgesetzt, dass diese mit dem gebildeten Oxyde des Eisens ein in Wasser oder jener Säure auflösliches Salz giebt. In den meisten Fällen geht das Eisen als Oxydul in eine solche Auflösung ein. Selbst Kohlensäure, wie schon angeführt wurde, vermag das Eisen aufzulösen, wenn dieselbe in beträchtlicher Menge im Wasser vorhanden ist. Kohlensaures Eisenoxydul ist zwar ein in Wasser unlösliches Pulver; in Wasser, welches mit freier Kohlensäure geschwängert ist, löst sich dasselbe aber auf. — Die verdünnten stärkeren Säuren bewirken mit Leichtigkeit die Auflösung des Eisens, die concentrirten dagegen zeigen zum Theil eine weit schwächere Wirkung. Völlig concentrirte Schwefelsäure von 1,85 specif. Gew. wirkt bei gewöhnlicher Temperatur durchaus nicht auf das Eisen, und bei Siedhitze nur wenig. Je verdünnter dagegen die Schwefelsäure ist (bis zu einer gewissen Grenze natürlich), desto heftiger geschieht der Angriff, und zwar beim Erhitzen noch mehr, als in der Kälte. Das Wasser wird hierbei zerlegt; es entsteht schwefelsaures Eisenoxydul, und Wasserstoff entwickelt sich. Salzsäure von jedem Concentrationsgrade löst das Eisen bei allen Temperaturen, die zwischen der gewöhnlichen und der Siedhitze liegen, mit Leichtigkeit und unter Wasserstoffentwicklung auf. Concentrirte Salpetersäure von 1,521 specif. Gew. wirkt nicht auf ein blankes Stück Stabeisen, wohl aber die verdünnte, welche das Eisen heftig angreift und dasselbe, unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas und salpetriger Säure, als Oxydsalz auflöst. Salpetersäure von einem mittleren Grade der Verdünnung, etwa von einem specif. Gew. zwischen 1,30 und 1,35, zeigt ein sehr eigenthümliches Verhalten zum Eisen, welches Schönbein die Passivität des Eisens genannt hat. Obgleich nämlich die erwähnte Säure das Stabeisen unter gewöhnlichen Umständen leicht und mit Gasentwicklung auflöst, so kann das Eisen doch durch verschiedene Ursachen, die aber wahrscheinlich alle einen und denselben tiefer liegenden Grund haben, in einen gewissen passiven Zustand gebracht werden, bei welchem alle Einwirkung der Säure auf das Eisen aufhört. Wird ein blankes Stück Eisendraht oder eine Stricknadel (denn Stahl verhält sich hierin ganz ähnlich wie Stabeisen) in Salpetersäure von 1,30 — 1,35 spec. Gew. gestellt, so geschieht sogleich eine Decomposition der Säure und eine Auflösung des Eisens; beides wird aber verhindert: 1) durch oberflächliche Oxydation des einen Drahtendes, indem man dasselbe einige Sekunden lang in eine Flamme hält, und dann den Draht, das oxydirte Ende voran, in die Salpetersäure taucht; 2) durch ein- oder zweimaliges Eintauchen des einen Drahtendes in concentrirte Salpetersäure, Abwaschen mit Wasser und fernere Behandlung, wie vorhin; 3) durch Einstellen eines Platindrahtes in die Säure und Hincinbringen des Platindrahtes auf die Weise, dass sich derselbe in Berührung mit jenem

befindet, welcher alsdann herausgenommen werden kann; 4) dadurch, dass man einen neuen Eisendraht auf gleiche Weise in Berührung mit dem schon passiven Draht in die Säure bringt; 5) dadurch, dass man den Draht zum positiven Pole oder Zincoide einer Volta'schen Säule macht, und ihn in die Säure bringt, nachdem der negative Pol oder das Chloroid in dieselbe gebracht worden ist. Es entweicht dann Sauerstoffgas von der Oberfläche des Eisendrahtes, ohne dass sich dasselbe mit dem Eisen verbindet, gerade so, als wenn der Draht aus Platin bestände. Wie das Eisen in den passiven Zustand durch Berührung mit passivem Eisen versetzt werden kann, so kann der passive Zustand desselben, durch die Berührung mit activem Eisen oder Zink, sogleich aufgehoben werden. Wenn passives Eisen zum negativen Pole in der Salpetersäure gemacht wird, so hört es ebenfalls auf, der Auflösung zu widerstehen. Die Indifferenz gegen chemische Action, welche das Eisen im passiven Zustande zeigt, beschränkt sich nicht auf die Salpetersäure (von der angegebenen Concentration), sondern erstreckt sich auch auf verschiedene Salzlösungen, welche unter gewöhnlichen Umständen auf Eisen wirken. — Die Auflösung des Stabeisens in verdünnten Säuren geschieht unter Zurücklassung einer kohligen Substanz, deren Natur bisher nicht genügend untersucht ist. Nur so viel kann man mit Gewissheit annehmen, dass dieselbe nicht aus reiner Kohle besteht. Bei Anwendung verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure hat der Rückstand anfangs ein graphitähnliches Ansehen und wird vom Magnet gezogen, scheint also eine Verbindung von Eisen mit Kohlenstoff (Karsten's Polycarburet) zu seyn. Lässt man denselben aber längere Zeit in der sauren Flüssigkeit, so wird er in jene problematische kohlige Substanz umgeändert, die nun nicht mehr magnetisch ist und eine schwarzbraune Farbe besitzt, welche durch Einwirkung von Salpetersäure in's Braunrothe verändert wird. Dieser Körper verbrennt, ohne einen Rückstand zu hinterlassen. Beim Gusseisen wird ausführlicher von demselben die Rede seyn. Wendet man verdünnte Salpetersäure zum Auflösen des Eisens an, so erhält man die braunrothe Substanz sogleich, und beim Erhitzen der Säure löst sie sich mit brauner Farbe in derselben auf. Bei Anwendung von concentrirter Salzsäure bleibt dagegen gar kein, und bei Anwendung von concentrirter Schwefelsäure nur ein sehr geringer kohligter Rückstand.

### 3) Roheisen.

Der chemische Unterschied zwischen Roheisen und Stabeisen besteht hauptsächlich darin, dass in ersterem eine bedeutend größere Menge Kohlenstoff enthalten ist, als in letzterem. Dazu kommt noch, dass im Roheisen stets mehr verunreinigende Bestandtheile vorkommen, als es beim Stabeisen, welches durch den Frischprocess mehr oder weniger von denselben befreit wurde, der Fall ist. Zu diesen zufälligen Verunreinigungen gehören besonders: Silicium, Schwefel, Phosphor, Arsenik, Zink, Mangan, Titan, Chrom, Aluminium, Magnesium und noch andere Stoffe, je nach der Beschaffenheit der verschmolzenen Eisenerze, der angewendeten Zuschläge und selbst auch des benutzten Brennmaterials. — Es giebt zwei wesentlich verschiedene Sorten Roheisen, nämlich weißes und graues. In dem weißen Roheisen ist die ganze Quantität des darin enthaltenen Kohlenstoffs chemisch mit dem Eisen verbunden, in dem grauen dagegen nur ein Theil desselben, während ein anderer

Theil in Gestalt von eingemengten Graphitblättchen darin vorhanden ist. Leicht begreiflicher Weise finden Uebergänge zwischen beiden Arten des Roheisens statt. Das Maximum des Kohlengehaltes im weissen Roheisen beträgt zwischen 5,25 und 5,75 Procent. Solches Roheisen lässt sich daher als eine Verbindung von 4 Atomen Eisen und 1 Atom Kohlenstoff,  $\text{Fe}_4\text{C}$ , betrachten, in welchem Falle der procentische Kohlegehalt 5,23 seyn würde. Das Maximum des Kohlegehaltes im grauen Roheisen pflegt nicht ganz so hoch zu steigen; Karsten bestimmte dasselbe zu 4,65 Procent. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass das weisse Roheisen zwischen  $3\frac{1}{2}$  und  $5\frac{3}{4}$ , das graue dagegen zwischen  $3\frac{1}{5}$  und  $4\frac{3}{5}$  Procent Kohlenstoff enthalte. Weisses Roheisen mit dem höchsten Kohlegehalte nennt man *Spiegeleisen*, weil es eine blättrig krystallinische Textur besitzt, und beim Zerschlagen desselben glänzende, spiegelnde Krystallflächen zum Vorschein kommen. Je mehr der Kohlenstoffgehalt des weissen Roheisens abnimmt, desto mehr verschwindet diese Art der krystallinischen Textur, und macht einer mehr strahlig blumigen oder körnigen Platz. Erstere Art des Roheisens pflegt der Eisenhüttenmann mit dem Namen *blumiger Floss* oder *blumige Flossen* zu belegen. — Weisses Roheisen entsteht, wenn das aus dem Hochofen fließende Roheisen verhindert wird, seinen Kohlenstoff theilweise als Graphit auszuscheiden. Dies kann durch verschiedene Umstände geschehen, nämlich: 1) durch möglichst schnelles Abkühlen des geschmolzenen Eisens. Man bewirkt solches gewöhnlich dadurch, dass man dasselbe entweder in feuchten Sand oder in gusseiserne Formen fließen lässt. 2) Durch einen bedeutenden Gehalt des Roheisens an Phosphor, Schwefel oder Mangan, wodurch die Graphitausscheidung erschwert wird. 3) Durch einen Mangel an Kohlenstoff, z. B. wenn das Roheisen nur  $3\frac{1}{2}$  Proc. desselben enthält. Es scheint jedoch, dass der Grund, warum kohlenstoffarmes Roheisen beim Erstarren gern weis wird, nicht allein in diesem Mangel an Kohlenstoff, sondern auch zugleich in der weniger hohen Temperatur zu suchen sey, bei welchem sich solches Roheisen im Hochofen zu bilden pflegt. Bei einem richtigen Verhältniss der Kohle zum Erze, bei gehörig trockner Beschickung, trockner, hinreichender und gehörig gepresster Gebläseluft, gut ausgewärmten Schachtwänden, nicht zu weitem Gestell und zu weiter Rast, kurz bei Befolgung aller Maafsregeln, welche die Temperatur im Schachte eines Hochofens erhöhen können, wird stets ein mit Kohlenstoff gesättigtes Roheisen entstehen müssen, welches, bei nicht zu schneller Abkühlung und bei einem nicht zu grossen Mangan-, Phosphor- oder Schwefelgehalte, stets beim Erstarren Graphit ausscheiden und grau werden wird. Sobald aber einer oder mehrere der genannten Umstände deprimirend auf die Temperatur im Innern des Ofenschachtes wirken, sättigt sich das Eisen nicht mit Kohle, und seine weniger hohe Temperatur beim Ausfließen aus dem Ofenherde hat natürlich eine frühere Erstarrung, und schon dadurch eine grössere Tendenz zum Weisswerden zur Folge. — Der Grund, warum weisses Roheisen stets etwas mehr Kohlenstoff enthält, als das ihm entsprechende graue (wenn beide von einem und demselben Abstiche aus dem Herde des Hochofens herrühren), ist wohl darin zu suchen, dass ein Theil des sich im grauen Roheisen ausscheidenden Graphites auf die Oberfläche des noch nicht erstarrten Eisens geführt wird, und hier den sogenannten Eisenschaum bildet. Ein Stück aus der Mitte solchen

Eisens wird also natürlich etwas weniger Kohle enthalten müssen, als wenn aller Kohlenstoff, wie es beim weissen Roheisen der Fall ist, gleichmäfsig durch die ganze Masse vertheilt worden wäre.— Zuweilen gewinnt man auf Eisenhüttenwerken ein Roheisen, welches ein Gemenge aus weissem und grauem ist, wie sich dies auf dem Bruche leicht zu erkennen giebt. Solches Eisen nennt der Hüttenmann halbirtes Roheisen.

Die Farbe des Roheisens geht aus dem Silberweissen, welche Nüance hauptsächlich dem Spiegeleisen zukommt, bis in's Dunkel-Schwarzgraue über.

Der Glanz des Roheisens ist gleichen grofsen Verschiedenheiten unterworfen, wie die Farbe desselben. Das Spiegeleisen hat einen sehr starken, silberähnlichen Glanz. Der Glanz des gewöhnlichen weissen Roheisens wird um so schwächer, je mehr dessen Farbe in's Graue übergeht. Ganz dunkle Sorten des grauen Roheisens haben gemeinlich auch starken Glanz, was besonders seinen Grund in dem deutlichen Hervortreten und der Menge der Graphitblättchen hat. Einiges graue Roheisen ist fast völlig glanzlos und matt; es pflegt alsdann mit Erdbasen (Aluminium, Magnesium, Calcium) überladen zu seyn, und von einer Beschickung herzurühren, in welcher es an Kieselerde mangelte.

*Textur.* — Das Spiegeleisen hat, wie schon angeführt, eine strahlend blättrige Textur, welche von einem Aggregate flach säulenförmiger Krystalle herrührt. Wahrscheinlich gehören diese Krystalle zum zwei- und eingliedrigen System; sie bilden Prismen von etwa  $112^{\circ}$ . Das blumige weisse Eisen hat einen splittrigen, das gemeine weisse Roheisen einen theils muschligen, theils körnigen Bruch. Die Textur des grauen Roheisens ist stets mehr oder weniger körnig, theils grofs-, theils feinkörnig, theils auch schuppig. Die schuppig körnige Textur zeigt gewöhnlich ein sehr unreines Eisen an, welches beim Frischen starken Abgang erleidet.

*Härte.* — Im Allgemeinen ist es als richtig anzunehmen, dass Roheisen desto härter ist, je lichter seine Farbe erscheint. Spiegeleisen ritzt Glas und widersteht der besten Feile; es hat etwa die Härte des Quarzes. Dagegen giebt es Sorten von grauem Roheisen, welche die Eindrücke des Hammers annehmen, sich bohren, feilen und sägen lassen. Zu einer solchen Weichheit wird aber auch stets ein gewisser Grad von Reinheit erfordert. Sehr mit Erdbasen und anderen Verunreinigungen überladenes Roheisen ist jederzeit hart und duldet keine solche Bearbeitung.

*Festigkeit.* — Weder die absolute, noch die relative Festigkeit des weissen Roheisens ist bisher durch genaue Versuche ermittelt; es ist jedoch ausgemacht, dass das weisse Roheisen dem grauen hierin nicht unbedeutend nachsteht. Man wird also in allen Fällen, wo gusseiserne Hänge- oder Querbalken angewendet werden sollen, dem grauen Roheisen den Vorzug geben. Ueber die absolute Festigkeit des grauen Roheisens haben vorzüglich Tredgold, Musschenbroek, Rennie, Brown und Hodgkinson Versuche angestellt. Karsten folgert aus den Resultaten dieser Versuche, dass dasjenige graue Roheisen, welches erst bei einer Kraft von 18,000 Pfunden Preufs., auf

1 Quadratzoll Rheintl. Querschnittsfläche, zerreißt, zu den festeren, guten Sorten gehört. Von dieser Belastung können zwei Drittheile angewendet werden, ohne dass die Elasticitätsgrenze überschritten wird. Die absolute Elasticität ist also beim grauen Roheisen ( $\frac{2}{3}$ ) bedeutend größer als beim Stabeisen ( $\frac{1}{2}$ ). Die Resultate, welche man bei den Versuchen zur Ermittlung der relativen Festigkeit des grauen Roheisens erhalten hat, sind sehr unzuverlässig. In neuerer Zeit hat man die Erfahrung gemacht, dass verhältnissmäßig sehr geringe Belastungen bei gusseisernen Balken oft schon bleibende Biegungen hervorbringen. Ein Umstand, der bei solchen und ähnlichen Versuchen gewiss noch wenig in Betracht gezogen wurde, ist der, dass die Länge der Zeit, in welcher solche Belastungen wirken, gewiss nicht aufser der Beachtung zu lassen ist. — Die rückwirkende Festigkeit des weissen Roheisens ist größer als die des grauen, und die des letzteren übertrifft bedeutend die des Stabeisens. Nach Karsten's Versuchen wird ein Würfel aus gutem grauen Roheisen, von 1 Zoll Rheintl. Seite, durch eine zwischen 141,000 und 184,000 Pfd. Preufs. liegende Belastung zerdrückt. Die Art, auf welche das betreffende Roheisen geschmolzen und gegossen wurde, hat, aufser der mehr oder weniger grossen Reinheit desselben, hierbei bedeutenden Einfluss. Ein dergleichen Würfel aus weissem Roheisen (aber nicht Spiegeleisen) trug etwa 170,000 bis 267,000 Pfd. <sup>1)</sup>.

Von Geschmeidigkeit kann bei dem weissen Roheisen, wegen seiner sehr bedeutenden Härte und der damit nicht in dem erforderlichen Verhältniss stehenden Festigkeit, keine Rede seyn. Wie schon angeführt wurde, giebt es dagegen reinere Sorten des grauen Roheisens, welche einige Geschmeidigkeit besitzen, die aber natürlich stets weit hinter der des Stabeisens zurückbleibt.

Das specifische Gewicht der Roheisenarten muss leicht begreiflicher Weise sehr verschiedenartig ausfallen, je nach der Menge und Art des im Eisen enthaltenen Kohlenstoffs, und je nach der Menge und Art der zufälligen Nebenbestandtheile. Karsten stellt die Grenzen, zwischen denen das specifische Gewicht des Roheisens varürt, zu 6,6104 und 7,7910 auf. Im Allgemeinen scheint es ausgemacht, dass graues Roheisen specifisch leichter ist als weisses, und weisses Roheisen wieder etwas leichter als Stabeisen. Das durchschnittliche specifische Gewicht des weissen Roheisens nimmt Karsten zu 7,500 und das des grauen zu 7,400 (bei 15° R.) an. Das Gewicht eines Preufs. Cubikfusses Roheisen lässt sich also im Durchschnitte zu 475 Preufs. Pfunden veranschlagen.

Verhalten des Roheisens zur Wärme. — Fast bei allen Versuchen, welche von verschiedenen Physikern über das Verhalten des Eisens zur Wärme angestellt worden sind, wurde Stabeisen oder Stahl angewendet; vom Verhalten des Roheisens in dieser Hinsicht sind nur äußerst dürftige Facta bekannt. — Die specifische Wärme des Spiegeleisens ist nach Regnault = 0,12983 und die des gewöhnlichen weissen Roheisens = 0,12728. — Davy fand, dass Roheisen (ob weisses oder graues, ist nicht angegeben), wenn es von 0° bis auf 80° R. erhitzt wird, eine Ausdehnung seiner Längendimensionen

<sup>1)</sup> Karsten's Handbuch der Eisenhüttenkunde, 3te Aufl., Bd. I. S. 252.

von 0,00111 erleidet, also eine geringere als das Stabeisen (0,00126). Rinman giebt an, dass sich Roheisen zwischen  $20^{\circ}$  C. und der Rothglühhitze (etwa  $560^{\circ}$  C.) um  $\frac{7}{500}$  seiner Länge ausdehnt (Stabeisen nur um  $\frac{7}{300}$ ), zwischen  $20^{\circ}$  C. und der Weissglühhitze dagegen um  $\frac{12}{500}$  (Stabeisen  $\frac{7}{300}$ ). — Der Schmelzpunkt des Roheisens lässt sich durchschnittlich etwa bei  $1600^{\circ}$  C. annehmen. Weisses Roheisen schmilzt bei einer (gewiss  $1000^{\circ}$  C. und darüber) niedrigeren, und graues Roheisen zum Theil bei einer etwas höheren Temperatur. — Das Roheisen erleidet bei herannahendem Schmelzpunkte keine derartige allmähliche Erweichung, wie dieselbe eine Hauptbedingung zur Schweifsbarkeit ist (s. Schweifsbarkeit des Stabeisens). Das weisse Roheisen erweicht allerdings ehe es schmilzt, aber es geht aus dem festen Aggregat-Zustande sogleich in einen breiartigen über, ohne (wenigstens nicht in bemerkbarer Zeit) einen Mittelzustand durchlaufen zu haben. Breiartig erhält sich dagegen das weisse Roheisen lange und geht nur allmählich in Dünflüssigkeit über. Graues Roheisen nimmt nun allerdings, bei einer gewissen Temperatur, jenen Zustand der Weiche an, welcher für die Schweifsbarkeit erforderlich ist, aber es ist schwierig, dasselbe längere Zeit hierin zu erhalten. So wie die Temperatur etwas sinkt, wird es sogleich wieder fest, oder doch brüchlich, und so wie die Temperatur um ein Weniges steigt, tritt plötzlich ein Zustand vollkommener Flüssigkeit ein. Man sieht daher leicht, dass sich weisses Roheisen gar nicht, und graues nur mehr oder weniger unvollkommen schweißen lassen wird, trotz dem, dass beide Eisenarten, wegen ihres hohen Kohlenstoffgehaltes, hierzu sehr geeignet scheinen. — Geschmolzenes Roheisen nimmt einen größeren Raum ein als festes, sobald letzteres keine bedeutend hohe Temperatur besitzt. Dagegen erscheint es als ausgemacht, dass Roheisen, welches beinahe bis zu seinem Schmelzpunkte erhitzt ist, einen größeren Raum einnimmt, also ein geringeres spezifisches Gewicht besitzt als flüssiges. Ein Stück stark erhitztes Roheisen schwimmt nämlich auf geschmolzenem, während kaltes Roheisen in letzterem untersinkt. Hierdurch lässt sich erklären, warum sich Roheisen so vortrefflich zum Gießen eignet. Sobald nämlich das flüssige Metall in der Form zu erstarren anfängt, vergrößert sich sein Volum um ein Weniges und trägt dadurch zu einer schärferen Ausbildung der Umriss des Eisens bei. Erst nachdem es fest geworden ist, sich aber natürlich noch in einem stark glühenden Zustande befindet, fängt es an, sich durch die fortschreitende Erkaltung zusammenzuziehen. Diese Volumverminderung, zwischen dem Erstarrungsmomente und der Annahme der gewöhnlichen Temperatur, nennt man das Schwinden des Roheisens. Manche Metalle, wie z. B. Gold, schwinden schon vor dem Eintreten der völligen Erstarrung; deswegen füllen sie die Formen schlecht aus und sind nicht zum Gießen geeignet. Von besonderer Wichtigkeit für die Praxis ist es, das Schwindemaass des Roheisens zu kennen. Weisses Roheisen schwindet durchschnittlich 2 bis  $2\frac{1}{2}$  Procent seiner Längendimensionen; graues etwa  $1\frac{1}{2}$  Procent. Um so viel muss also das Modell, nach welchem ein Roheisenguss ausgeführt werden soll, größer gemacht werden, als der verlangte gegossene Gegenstand. Die zufälligen Bestandtheile des Roheisens sind gewiss hierbei auch von Einfluss; so z. B. scheint schwefelhaltiges Roheisen weniger zu schwinden, als sehr reines. — Wird weisses Roheisen während längerer Zeit stark rothglühend erhalten und hierauf langsam abge-

kühlt, so verliert es seine Härte und wird weich und stahlartig. Graues Roheisen wird durch eine solche Behandlung zwar auch weich, aber zugleich mürbe. Dieses Ausglühen, *Adouciren* genannt, darf natürlich nicht unter Einwirkung der Luft vorgenommen werden, weil sonst ein Theil des Eisens hierbei oxydirt werden würde. Entweder müssen die Gusswaren, welche adouciert werden sollen, mit einem feuerfesten Ueberzuge versehen, oder in feuerfeste Kästen, die mit einem Pulver von Kreide, Knochenasche, Kohle, Blutsteinpulver u. s. w. angefüllt sind, eingepackt werden. Der Grund, aus welchem Roheisen durch solche Behandlung weicher wird, liegt gewiss weniger in einer Atom-Umgruppierung des durch starke Hitze erweichten und darauf langsam erkalteten Metalls, als vielmehr in einer theilweisen Oxydation oder Ausscheidung seines Kohlenstoffs. Deswegen ist Weisglühhitze zu vermeiden, bei welcher das Eisen, so zu sagen, jenen fein porösen Zustand verliert, durch welchen es dem Sauerstoff der Luft möglich wird, nach und nach in das Innere des Metalls zu dringen und seinen Kohlenstoff theilweise zu verbrennen. Aber eben so wenig ist es rathsam, solche pulverförmige Körper zur Umhüllung der Gusswaren anzuwenden, welche bei hoher Temperatur Sauerstoff abgeben können, wie z. B. Blutstein oder Kreide. Dadurch oxydirt sich leicht zu viel Kohlenstoff und das Eisen wird mürbe und verbrannt. Ein Gemenge von Kohle und Knochenasche ist ein sehr gutes Adoucierpulver. Dass graues Roheisen durch Adouciren mürbe und brüchig wird, ist nicht schwer zu erklären. Der in demselben als Graphit ausgeschiedene Kohlenstoff verbrennt gewiss früher als der chemisch gebundene, und veranlasst daher eine grössere Porosität der Masse, als sie beim weissen Roheisen zu befürchten ist.

*Verhalten des Roheisens zum Magnetismus.* Es scheint, dass die fremden Bestandtheile des Roheisens oder auch vielleicht die zu große Menge seines Kohlenstoffs seine magnetische Empfänglichkeit und Wirkung beeinträchtigen, indem alles Roheisen in dieser Beziehung dem Stahle, und selbst dem Stabeisen nachsteht. Graues Roheisen wird schneller magnetisch, und auch stärker vom Magnete angezogen als weisses.

*Verhalten des Roheisens zur Elektrizität.* Das graue Roheisen leitet die Elektrizität besser als das weisse, und dürfte auch vielleicht gehärteten Stahl an Leitungsfähigkeit übertreffen; dagegen leitet alles Roheisen schlechter als Stabeisen.

*Oxydirbarkeit des Roheisens.* Weisses Roheisen rostet, unter den beim Stabeisen angegebenen Umständen, weit weniger als graues, und dies wieder weniger als Stabeisen, vorausgesetzt, dass das graue Roheisen keinen bedeutenden Schwefelgehalt besitzt, und nicht durch leicht oxydirbare Stoffe sehr verunreinigt ist. Spiegeleisen widersteht dem Rosten außerordentlich lange. — Die Anlauffarben, eine Folge beginnender Oxydation bei höherer Temperatur, treten beim grauen Roheisen etwas früher ein als beim Stabeisen. Weisses Roheisen läuft dagegen noch früher an als Stahl (s. Anlauffarben, unter dem folgenden Artikel: Stahl).

*Auflösbarkeit des Roheisens.* Je weisser das Roheisen ist, oder, mit anderen Worten, je mehr chemisch gebundene Kohle dasselbe enthält, desto weniger wird dasselbe von verdünnten Säuren an-



gegriffen. Auf Spiegeleisen äufsern hinreichend verdünnte Salzsäure oder Schwefelsäure, bei gewöhnlicher Temperatur, erst nach Verlauf von einigen Wochen eine Wirkung, indem sich ein Theil des Eisens, unter Abscheidung eines schwarzen Staubes, auflöst. Der verdünnten Salpetersäure widersteht das weifse Roheisen weniger gut. Bei Anwendung von Siedhitze ist die Einwirkung der verdünnten Säuren sehr heftig. Die zuerst abgeschiedene schwarze metallische Substanz (nach *Karsten* ein Polycarburet des Eisens) wird hierbei unter starkem Aufschäumen zersetzt, und in die braune (s. Auflösbarkeit des Stabeisens und des Stahls) umgeändert, die sich theilweise in der Säure auflöst. Concentrirte Salzsäure oder Schwefelsäure bewirken, besonders bei Siedhitze, eine vollständige Auflösung; erstere ohne Rückstand, letztere unter Abscheidung von etwas schwärzlicher, metallisch glänzender Kohle. Salpetersäure wirkt, nach *Karsten*, im concentrirten Zustande beinahe gar nicht auf das weifse Roheisen. — Graues Roheisen wird bei gewöhnlicher Temperatur zwar leichter als weifses, aber doch immer nur sehr langsam von verdünnten Säuren angegriffen. Der hierbei gebildete Rückstand besteht theils aus Graphitblättchen, theils aus metallisch glänzenden Schuppen, welche ersteren zwar ähnlich, aber magnetisch sind (das erwähnte Polycarburet), und theils aus der problematischen, schwarzbraunen kohligen Substanz, welche sehr leicht (schon vor dem Eintreten der Glühhitze) verbrennbar ist, von Salpetersäure, unter theilweiser Lösung, rothbraun gefärbt wird, und mit schwarzer Farbe in Kalilauge auflöslich ist. Das Polycarburet und die kohlige Substanz sind nicht immer zugleich in dem Rückstande einer mit verdünnter Säure behandelten Roheisensorte vorhanden. Bei Anwendung concentrirter Salzsäure hinterlässt das graue Roheisen kein anderes Residuum als Graphit. Starke Schwefelsäure scheidet, aufser dem Graphit, auch noch eine schwarze kohlige Substanz ab. Salpetersäure von 1,3 spec. Gewicht wirkt ähnlich, doch löst sich ein Theil des kohligen Körpers auf, und der zurückbleibende Theil färbt sich braun. — Noch ist zu bemerken, dass, sowohl bei der Behandlung des grauen als des weifsen Roheisens mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure, ein eigenthümliches, flüchtiges Oel von üblem, charakteristischem Geruche gebildet wird. Dasselbe scheidet sich theils als dünne, fettige Schicht auf der Oberfläche der sauern Flüssigkeit aus, theils wird es von dem sich entwickelnden Wasserstoffgase fortgerissen, und ertheilt diesem seinen Geruch. Dieses Oel entsteht bei der Auflösung jedes kohlehaltigen Eisens (gleichviel ob Stabeisen, Stahl oder Roheisen) in den genannten, verdünnten Säuren, und zwar in so größerer Menge, je mehr chemisch gebundenen Kohlenstoff das Eisen enthält. Aus diesem Grunde können die gewöhnlichen Eisensorten nicht zur Entwicklung von reinem Wasserstoffgase angewendet werden.

#### 4) Stahl.

Stahl ist ein kohlenstoffhaltiges Eisen, dessen Kohlengehalt zwischen dem des Stabeisens und des Roheisens etwa mitten inne steht. Der gewöhnliche weiche Stahl wird in harten umgeändert, wenn man ihn aus dem glühenden Zustande schnell in den erkalteten übergehen lässt. Je größer der Temperaturunterschied dieser beiden Zustände ist, und je schneller der Stahl denselben durchläuft, eine desto grö-

fsere Härte wird hervorgebracht. Das Härten des Stahls geschieht meist auf die Weise, dass man denselben, mehr oder weniger stark glühend, in eine mehr oder weniger kalte Flüssigkeit taucht. Weisglühender Stahl in kaltes Quecksilber gebracht, erhält einen Härtegrad, welcher dem des weissen Roheisens nahe steht. Wählt man statt Quecksilber Wasser, so wird er, trotz dem dass dies schneller verdunstet, doch weniger schnell abgekühlt. Die abkühlende Wirkung, welche eine Flüssigkeit auf einen hineingebrachten, glühenden Körper ausübt, ist nämlich ein Complex aus dem Wärmeleitungsvermögen, dem Siedepunkte und der Wärmecapacität derselben, nebst aus dem Wärmeleitungsvermögen und der Wärmecapacität ihrer Dämpfe. Wasser, in welchem Salze aufgelöst sind, soll, zum Ablöschen des glühenden Stahls angewendet, eine etwas grössere Härte als reines Wasser, aber eine geringere als Quecksilber hervorbringen. Ebenso geben alle Säuren, z. B. Scheidewasser, eine stärkere Härtung als gewöhnliches Wasser. Wendet man diese zum Abkühlen an, so muss der Stahl nachher natürlich sogleich in Wasser abgewaschen werden. Alle Oele und fettige Substanzen geben geringere Härtegrade als Wasser. Ein Gleiches ist der Fall, wenn ein glühendes Stahlstück an einem kalten Körper, z. B. zwischen den Backen eines Schraubenstocks, oder durch einen darauf geleiteten Luftstrom, oder durch schnelles Schwingen in der Luft abgekühlt wird. Stahl, welcher im weisglühenden Zustande in Wasser, Quecksilber oder anderen Flüssigkeiten abgelöscht wurde, heisst glashart. Der glasharte Stahl kann nur zu gewissen Zwecken gebraucht werden; in der Mehrzahl der Fälle verlangt man einen weniger harten und mehr elastischen Stahl, den man sich durch das sogenannte Anlassen verschafft. Die Operation des Anlassens besteht in der Wiedererhitzung des glasharten Stahls, wodurch demselben ein Theil seiner Härte benommen und eine grössere Elasticität beigelegt wird. Je stärker man glasharten Stahl anlässt, d. h. je mehr man ihn erwärmt, desto weicher wird derselbe. Zur richtigen Beurtheilung der Temperatur und also des davon abhängigen Härtegrades bedient man sich der Anlauffarben (s. Oxydirbarkeit des Stahls). Da es jedoch eine nicht geringe Uebung des Arbeiters voraussetzt, die Anlauffarben gleichförmig auf der ganzen Oberfläche eines Stahlstückes hervorzubringen, oder es, mit anderen Worten, im Feuer gleichmäfsig zu erwärmen, so hat man in der letzten Zeit angefangen, sich der Metallbäder zu diesem Zwecke zu bedienen. Man wendet nämlich Legirungen von Zinn an, welche, je nachdem das eine oder das andere dieser Metalle in grösserer Menge darin vorhanden ist, einen niedern oder höhern Schmelzpunkt besitzen. Eine solche Legirung wird bis auf ihren Schmelzpunkt erhitzt, und der glasharte Stahl so lange hineingetaucht, bis er die Temperatur des Metallbades angenommen hat. Man muss hierbei aber Sorge tragen, dass stets eine Quantität noch ungeschmolzener Metalllegirung vorhanden ist, wodurch die nicht zu hohe Temperatur des Metallbades angezeigt wird. Folgende Tabelle von Parkes giebt die Zusammensetzung solcher Metallbäder an, wie sie für das Anlassen verschiedener Stahlarbeiten durch Erfahrung am zweckmäfsigsten befunden worden ist.

Namen der Stahlwaaren,	Metallbad		Schmelzpunkt in ° Celsius.	Entsprechende Anlauffarbe.
	Blei	Zinn.		
Lanzetten . . . . .	7	4	216	Kaum blassgelb.
Rasirmesser . . . . .	8	4	228	Zwischen blassgelb und strohgelb.
Federmesser . . . . .	8½	4	232	Strohgelb.
Scheeren, härtere Meißel . . . . .	14	4	254	Braun.
Aexte, weichere Meißel, Hobeisen, Taschenmesser . . . . .	19	4	265	Purpurfleckig.
Tischmesser . . . . .	30	4	277	Purpurfarben.
Klingen, Uhrfedern . . . . .	48	4	288	Hellblau.
Größere Federn, Dolche, Bohrer, kleine feine Sägen . . . . .	50	2	292	Dunkelblau.
Stüchsägen, Handsägen, in kochendem Leinöl . . . . .	—	—	316	Schwarzblau.
Artikel, welche noch etwas weicher seyn müssen, in schmelzendem Blei	—	—	322	

Karsten fand bei Analysen verschiedener Stahlarten nie einen geringeren Kohlengehalt als 0,9, und nie einen höheren als 1,9 Procent. Es ist jedoch hiermit nicht gesagt, dass es durchaus keinen Stahl geben könne, welcher nicht etwas weniger als dies angegebene Minimum, und nicht etwas mehr als jenes Maximum an Kohlenstoff enthalten könne; es findet vielmehr ein allmäliger Uebergang, sowohl abwärts aus dem Stahl in's Stabeisen, als auch aufwärts aus dem Stahl in's Roheisen statt. Der Kohlenstoffgehalt guten Stahls fällt aber gewiss immer innerhalb der angegebenen Grenzen. Dass Stahl eine größere Menge Kohle enthält als Stabeisen, ersieht man schon daraus, dass Säuren auf der polirten Oberfläche des ersteren einen schwarzen Fleck von ausgeschiedenem Kohlenstoff hervorbringen, während dies bei letzterem nicht geschieht. — Der Stahl ist noch empfindlicher gegen fremde Einmengen als das Stabeisen, weshalb man sich vorzugsweise auch nur des reinsten Roh- und Stabeisens zur Stahlfabrication bedient. Spuren von Schwefel, Phosphor oder Silicium scheinen jedoch selbst in den besten Stahlarten vorzukommen. So z. B. fand Wilson in englischem Gussstahl 0,03 Procent Phosphor und eine gleiche Menge Silicium; auch schienen noch Spuren von Schwefel und Mangan vorhanden zu seyn. Wären die Nebenbestandtheile des Stahls nicht von so großem Einflusse auf dessen Güte, so würde es möglich seyn, durch ein unter gewissen Vorsichtsmaßregeln ausgeführtes Zusammenschmelzen von Stabeisen und Roheisen guten Stahl zu erzeugen. Die Verunreinigungen des Roheisens sind aber hierbei durchaus im Wege. — Jeder Stahl kann, ganz analog dem Roheisen, in zwei verschiedenen Zuständen existiren; nämlich als weicher Stahl dem grauen, und als gehärteter Stahl dem weißen Roheisen entsprechend. Durch Glühen des weichen Stahls, und durch darauf folgendes Ablöschen in einer kalten Flüssigkeit, oder überhaupt durch sehr beschleunigte Abkühlung, entsteht der gehärtete. Man kann sich vorstellen, wie Mitscherlich in seinem Lehrbuche der Chemie bemerkt, dass der gehärtete Stahl aus einer Menge größse-

rer oder kleinerer krystallinischer Körnchen weissen Roheisens besteht, welche von Stabeisentheilen umschlossen sind. In der That stehen die Eigenschaften des gehärteten Stahls völlig in der Mitte zwischen denen vom Stabeisen und weissen Roheisen. Weicher Stahl kann dagegen als ein sehr reines, kohlenstoffarmes graues Roheisen betrachtet werden, in welchem die Graphitblättchen fehlen.

Der Stahl hat eine graulich weisse, zuweilen fast rein weisse Farbe. Da es Stabeisensorten giebt, welche eine ganz ähnliche Farbe besitzen, so können polirter Stahl und polirtes Stabeisen durch die Farbe nicht immer gut von einander unterschieden werden. Die Farbe des gehärteten Stahls ist etwas lichter als die des weichen.

Durch den Glanz ist der Stahl auch nicht besonders vor dem Stabeisen charakterisirt; beide können, im polirten Zustande, einen sehr lebhaften metallischen Glanz besitzen. Auf Bruchflächen zeigt sich der meiste Stahl wenig glänzend, wie dies auch bei vielem Stabeisen der Fall ist. Gehärteter Stahl hat einen stärkeren Glanz als ungehärteter.

Die Textur des Stahls ist weit charakteristischer als Glanz und Farbe desselben. Guter weicher Stahl nimmt nie, weder das sehnige Gefüge des Stabeisens, noch die grobkörnige Textur des grauen Roheisens an, wiewohl er sich dem letzteren hierin zuweilen nähert. In solchem Falle giebt aber seine lichtere Farbe den Ausschlag. Die rein körnige Textur des Stahls, in Verbindung mit seiner Farbe, macht nur Verwechslungen zwischen Stahl und dem kohlenstoffarmen weissen Roheisen möglich. Die Körner auf der Bruchfläche des Stahls haben eine weniger bestimmte Form als die des körnigen (nur wenig ausgereckten) Stabeisens, sondern sie verfließen mehr in einander. Gehärteter Stahl hat eine noch ausgezeichneter Textur. Auf seiner Bruchfläche gleicht er dem feinsten Silber, und die Körner sind so klein, dass sie kaum mit unbewaffnetem Auge erkannt werden können.

Härte ist eine der vorzüglichsten Eigenschaften des Stahls. Schon im ungehärteten Zustande übertrifft er hierin das Stabeisen, und nur etwa die kohlenstoffreichen Sorten des letzteren kommen ihm in dieser Hinsicht nahe; gehärteter Stahl aber besitzt fast Quarzhärte, ohne jedoch je den außerordentlichen Härtegrad des weissen Roheisens, namentlich des Spiegeleisens, ganz zu erreichen.

Festigkeit ist eine andere Eigenschaft, durch welche sich der Stahl sowohl vor Stab- und Roheisen, als überhaupt vor allen anderen Metallen auszeichnet. Die absolute Festigkeit des Stahls kann, nach Musschenbroek's und Rennie's Versuchen, wenigstens doppelt so groß als die des Stabeisens angenommen werden. Man kann daher rechnen, dass guter Stahl auf 1 Quadratzoll Rheinl. Querschnittsfläche wenigstens 120,000 Berl. Pfunde tragen kann, ehe er zerreißt. Durch das Härten verliert der Stahl etwas von dieser Festigkeit (behält etwa nur 110,000 Pfd.). Durch späteres Wiedererwärmen (Anlassen) bis zu einer gewissen Temperatur (zu deren Beurtheilung man sich der Anlauffarben bedient) erlangt er aber eine noch größere Festigkeit als der ungehärtete Stahl, und trägt dann wohl 130,000 bis 150,000 Pfd. Die Grenze der absoluten Elasticität des Stahls ist noch nicht ermittelt. Es scheint jedoch, dass der Stahl mehr als  $\frac{1}{2}$ , vielleicht  $\frac{2}{3}$  der angegebenen Belastungen tragen kann, ohne bleibende Dehnungen zu erleiden. Ueber die relative Festigkeit

des Stahls ist nichts Zuverlässiges ermittelt. Ein Gleiches ist der Fall mit der rückwirkenden Festigkeit desselben. Da jedoch absolute und rückwirkende Festigkeit in einem gewissen Zusammenhange stehen, so lässt sich schliessen, dass die letztere beim Stahle, namentlich aber beim gehärteten und wieder angelassenen sehr groß, wahrscheinlich noch bedeutender als beim Roheisen seyn wird. Solcher Stahl wird also das beste Material seyn, um Stäbe daraus anzufertigen, welche, hängend oder stützend, große Lasten tragen, und doch so dünn als möglich seyn sollen.

Die Geschmeidigkeit des weichen Stahls bei gewöhnlicher Temperatur ist noch geringer als die des harten Roheisens. Gehärteter Stahl ist äußerst spröde, und duldet durchaus keine Bearbeitung mit dem Hammer. Je mehr aber sowohl weicher als gehärteter Stahl erhitzt werden, desto geschmeidiger zeigen sie sich.

Das spezifische Gewicht der verschiedenen Stahlsorten fällt, nach Karsten, zwischen die Grenzen 7,6224 und 7,8131; als Durchschnittszahl giebt Karsten 7,7 an. Nach Berzelius ist das spezifische Gewicht des Stahls = 7,8 bis 7,9. Durch das Härten erlangt der Stahl meist ein kleineres spezifisches Gewicht als er zuvor besafs. Rinman fand z. B. das spezifische Gewicht einer weichen Stahlsorte = 7,751, das derselben Stahlsorte nach dem Härten = 7,553. Pearson fand das spezifische Gewicht geschmiedeten, weichen Stahls = 7,794, im gehärteten Zustande dagegen 7,676. Die Abnahme des spezifischen Gewichts der verschiedenen Stahlsorten beim Härten, oder, mit anderen Worten, die Zunahme ihres Volums, ist nicht stets dieselbe. Einerseits hat hierauf die chemische Beschaffenheit des Stahls, andererseits aber auch die Temperatur einen Einfluss, bei welcher das Härten (Ablöschen) geschah. Nach Rinman giebt es Stahlsorten, und zwar sehr gute, welche ihr Volum beim Härten vermindern.

Verhalten des Stahls zur Wärme. Inwiefern der Kohlenstoffgehalt des Stahls bei demselben ein anderes Wärmestrahlungs- und Wärmeabsorptions-Vermögen, eine andere spezifische Wärme u. s. w. als beim reinen Eisen oder Stabeisen hervorbringt, ist zum Theil noch durch zahlreichere Versuche zu ermitteln, als bisher darüber angestellt wurden. — Die spezifische Wärme des Gussstahls fand Regnault = 0,11848. — Davy fand, dass die Längenausdehnung eines von 0° bis zum Siedepunkt erwärmten Stahlstabes = 0,00112 ist. Stahl dehnt sich hiernach also kaum mehr als Stabeisen (0,00111) und geringer als Gusseisen (0,00126) aus. Nach Rinman's Versuchen wächst die Länge eines Stahlstabes zwischen der gewöhnlichen Sommertemperatur und der Rothglühhitze um  $\frac{9}{300}$  (beim Stabeisen  $\frac{9}{300}$  und beim Roheisen  $\frac{7}{300}$ ), und zwischen jener ersteren und der Weißglühhitze um  $\frac{10}{300}$  (beim Stabeisen  $\frac{7}{300}$  und beim Roheisen  $\frac{12}{300}$ ). —

Der Schmelzpunkt des Stahls liegt zwischen dem des Stabeisens und dem des Roheisens, also zwischen 2000° und 1600° C., möchte sich daher bei 1800° C. annehmen lassen. Je nachdem eine Stahlsorte mehr oder weniger Kohlenstoff enthält, fällt ihr Schmelzpunkt etwas niedriger oder höher, und es giebt Stahlsorten, deren Schmelzpunkte auf diese Weise gewiss um mehr als 100° C. differiren. — Wird Stahl, gleichviel ob gehärteter oder ungehärteter, bis zum Weißglühen erhitzt, so erleidet derselbe eine ganz ähnliche Erweichung wie

das Stabeisen. Aus dem, was bei dem letzteren über die Bedingungen zur Schweifsbarkeit angeführt wurde, ist es also *a priori* klar, dass sich Stahl ausgezeichnet gut schweißen lassen muss. Dies ist auch wirklich der Fall. Es kann nicht bloß Stahl mit Stahl, sondern auch Stahl mit Stabeisen zusammengeschweißt werden. Der Stahl büßt, bei zu oft wiederholtem oder zu lange fortgesetztem Weißglühen, weit schwieriger seine Schweifsbarkeit ein, als das Stabeisen, was auch aus seinem größeren Kohlenstoffgehalte erklärlich wird; er verbrennt aber, wie der praktische Ausdruck lautet, ebenso leicht, ja noch leichter als dieses. Unter verbranntem Stahl versteht man aber nicht, wie dies beim Stabeisen der Fall ist, ein völlig entkohltes und folglich nicht mehr schweißbares Eisen, sondern nur einen, durch Verlust von Kohlenstoff in Stabeisen umgeänderten, oder doch wenigstens dem Stabeisen nahe stehenden Stahl. Um diesem Verluste der guten Eigenschaften des Stahles vorzubeugen, ist es, bei seinem Erhitzen zum Weißglühen, durchaus nothwendig, ihn mit Sand zu bestreuen oder seine Oberfläche durch irgend eine andere künstliche Schlackendecke zu beschützen, um die Verbrennung seines Kohlengehaltes so viel wie möglich zu verhindern. Der Schmied giebt dem Stahle also stets sogenannte »saftige« Schweifshitzen, in denen sich der Stahl unter einer leichtflüssigen Schlackendecke befindet, und vermeidet die »trocknen«, bei denen kein anderes Schutzmittel gegen das Verbrennen seines Kohlenstoffs vorhanden ist, als die glühenden Kohlen, zwischen denen der Stahl weißglühend gemacht wird. Gehärteter und weicher Stahl lassen sich gleich gut schweißen; ersterer verliert, schon vor dem Eintreten der Weißglühhitze, alle Eigenschaften, die ihn von letzterem unterscheiden.

Verhalten des Stahls zum Magnetismus. Das beste Material zur Anfertigung von Magnetnadeln ist, nach unsern jetzigen Erfahrungen, der Stahl. Stabeisen wird allerdings schneller magnetisch, und auch stärker vom Magnete angezogen als dieser, aber seine erlangte magnetische Kraft nimmt sehr schnell ab, und kommt bald auf Null. Ein durch Streichen mittelst eines schon gebildeten Magnetes polarisch gemachter Stahlstab behält aber auch nicht die ganze Menge der magnetischen Kraft, welche ihm anfänglich ertheilt wurde, sondern dieselbe verringert sich, während Wochen, Monaten, ja selbst Jahren, nach und nach; zuerst schneller, später langsamer. Dann aber tritt zuletzt ein Zeitpunkt ein, wo diese Abnahme so gering wird, dass man sie, selbst für eine Reihe von Jahren, als fast = 0 betrachten kann. Hansteen hat diese wichtige Thatsache durch sehr genaue Versuche erwiesen. Es ist also hiernach rathsamer, bei Versuchen mit der Magnetnadel, welche eine während größerer Zeiträume unveränderte polarische Kraft derselben voraussetzen, solche Magnetnadeln anzuwenden, deren Magnetismus constant geworden ist, anstatt dieselben durch Bestreichen auf das Maximum ihrer magnetischen Kraft zu bringen. Um sich dergleichen constante Magnetnadeln zu verschaffen, hat man aber nicht nöthig, das Eintreten jenes Nullpunktes abzuwarten (dies kann ein paar, ja selbst bis 10 Jahre dauern), sondern man braucht nur das folgende von Hansteen <sup>1)</sup> angegebene Verfahren zu befolgen. Ein durch Ablöschen einer kalten Flüssigkeit glashart gemachter Stahl-

<sup>1)</sup> De mutationibus momenti virgae magneticae; Christiania 1842.

stab wird bei einer zwischen 300° und 320° liegenden Temperatur angelassen, was am besten auf die Weise geschieht, dass man ihn so lange in kochendes Leinöl taucht, bis er die Temperatur desselben angenommen hat. Der so vorbereitete Stahlstab wird nun durch Bestreichen auf das Maximum seiner magnetischen Kraft gebracht; um ihn aber constant zu machen, taucht man denselben in Wasser von 30° C. Auf diese Weise erhält man eine Magnetnadel, welche bei keiner unter 30° C. liegenden Temperatur, selbst nach jahrelanger Aufbewahrung, an Intensität merklich verliert. Jenes Anlassen des zuerst glashart gemachten Stahlstabes geschieht deswegen, um seine magnetische Capacität zu erhöhen. Hansteen hat nämlich gefunden, dass ein in kochendem Leinöl angelassener Stahlstab fähig ist, nahe 1,5mal so viel magnetische Kraft aufzunehmen und constant zu behalten, als ein glashart gemachter. — Ein Hauptforderniss bei der Anfertigung guter, stählerner Magnetstäbe ist die magnetische Homogenität ihrer Masse. Ungleiche Dichtigkeit, durch nicht ganz gleichmäßiges Härten oder Anlassen hervorgebracht, so wie ungleich vertheilter Kohlenstoffgehalt des Stahls, stehen dessen Capacität für magnetische Polarität entgegen. Inwiefern hierauf auch die absolute Menge des im Stahle vorhandenen Kohlenstoffs eine Wirkung äußert, ist bis jetzt nicht näher untersucht worden.

*Verhalten des Stahls zur Electricität.* Weicher Stahl ist ein besserer Leiter der Electricität als gehärteter; ob aber weicher Stahl die Electricität besser oder schlechter leite als Stabeisen, ist bisher kaum ausgemacht, obwohl letzteres das Wahrscheinlichere ist.

*Oxydirbarkeit des Stahls.* Unter den bei der Oxydirbarkeit des Stabeisens näher angegebenen Verhältnissen rostet polirter Stahl fast so schwierig wie weißes Roheisen, also weit weniger leicht als Stabeisen. Hat aber die Eisenoxydbildung einmal begonnen, so schreitet sie auch rasch vorwärts, und v. Bunsdorff mag Recht haben, wenn er behauptet <sup>1)</sup>, dass der schon gebildete Rost mit dem noch unoxydirtem Metalle in galvanische Action tritt, und hierdurch den Oxydationsprocess wesentlich beschleunigt. Wird ein Stück blanker Stahl bei Zutritt der Luft erhitzt, so sieht man, während er die verschiedenen Temperaturgrade bis zum Rothglühen durchläuft, auf seiner Oberfläche eine Reihenfolge von Farben erscheinen, von denen, bei steigender Temperatur, die eine allmähig in die andere übergeht, bis endlich die Erscheinung durch die herannahende Rothglühhitze schwächer wird, und sich zuletzt, bei eingetretener dunkler Rothgluth, ganz verliert. Dies Phänomen nennt man das Anlaufen des Stahls. Die verschiedenen Anlauffarben kommen bei gewissen, sehr bestimmten Wärmegraden zum Vorschein, und zwar in folgender Ordnung: 1) Blassgelb, bei einer Temperatur von 221° C.; 2) Strohgelb, bei 232° C.; 3) Goldgelb, bei 243° C.; 4) Braun, bei 254° C.; 5) Purpurfleckig, bei 266° C.; 6) Purpurfarben, bei 277° C.; 7) Hellblau, bei 288° C.; 8) Dunkelblau, bei 293° C.; 9) Schwarzblau, bei 316° C. Bei 360° C. tritt völlige Farblosigkeit ein. Wird die Hitze noch mehr gesteigert, so erscheinen dieselben Farben in derselben Reihenfolge, aber weit weniger lebhaft und dabei schneller verschwindend als zuvor. Dass diese Anlauffarben in einer beginnenden Oxydation des Eisens be-

<sup>1)</sup> Poggend. Ann. Bd. 42. S. 332.

gründet sind, geht daraus hervor, dass dieselben nicht entstehen, wenn ein Stück Stahl ohne Luftzutritt, z. B. unter Oel erhitzt wird. Ein anderer Beweis dafür ist der, dass ein bunt angelauener Stahl seine Färbung verliert, sobald man ihn in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas erwärmt. Welche Oxydationsstufe des Eisens beim Anlaufen gebildet wird, ist schwieriger zu beantworten, kann aber für die Erklärung des Phänomens als gleichgültig angesehen werden. Man braucht nämlich hierzu nur anzunehmen, dass die erste, außerordentlich dünne Oxydhaut, welche sich auf der blanken Stahloberfläche bildet, eben wegen ihrer großen Dünne, vollkommen durchsichtig sey. So lange dieselbe an Dicke zunimmt, ohne dabei zu sehr an Durchsichtigkeit einzubüßen, müssen daher die bekannten Farben der dünnen Blättchen erscheinen, und dies geschieht auch wirklich. Die Ordnung der Anlauffarben, so weit sich letztere beobachten lassen, ist fast genau dieselbe, wie die Farbenordnung in den Newton'schen Ringen, welche hervorgebracht werden, wenn man ein convexes Glas von großem Krümmungs-Halbmesser auf ein plangeschliffenes Glas legt. Was hier die verschiedene Dicke der zwischen den beiden Gläsern, zunächst ihrem Berührungspunkte, befindlichen Luftschicht bewirkt, wird bei dem Phänomene des Anlaufens durch die wachsende Dicke der Oxydhaut hervorgebracht. In ersterem Falle sieht man also die Farben neben einander (im Raume), in letzterem nach einander (in der Zeit) erscheinen. In beiden Fällen tritt aber, was sehr bezeichnend ist, eine Wiederholung derselben Farben ein. — Wie schon beim Stabeisen und Roheisen erwähnt wurde, ist es nicht der Stahl allein, welcher die Eigenschaft des Anlaufens besitzt, sondern sie kommt auch den beiden erstgenannten, wie dem reinen Eisen zu. Ein Unterschied findet hierbei nur in der Hinsicht statt, dass das Eintreten der Anlauffarben bei den verschiedenen Eisengattungen früher oder später geschieht. Weißes Roheisen zeigt dieselben wahrscheinlich bei der niedrigsten Temperatur, dann folgt Stahl, dann graues Roheisen, dann Stabeisen und zuletzt reines Eisen. Es scheint nämlich als Regel aufgestellt werden zu können, dass das Eisen desto eher anläuft, je härter es ist. Dass hierbei zuweilen keine ganz geringen Temperaturunterschiede stattfinden, ersieht man daraus, dass z. B. mancher Stahl schon carmoisinroth ist, während Stabeisen bei derselben Temperatur erst gelb erscheint. — Der Stahlarbeiter benutzt die Anlauffarben des Stahls zur richtigen Beurtheilung der mehr oder weniger bedeutenden Härtegrade, die er den verschiedenen Stahlwaaren durch das Anlassen (s. Verhalten des Stahls zur Wärme) geben muss.

**Auflösbarkeit des Stahls.** Verdünnte Salzsäure oder Schwefelsäure scheiden, beim Auflösen des weichen Stahls, eine größere Menge jener graphitähnlichen Substanz (Polycarburet) ab, als beim Stabeisen. Wenn man verdünnte Salpetersäure zur Auflösung des weichen Stahls anwendet, erhält man dieses Polycarburet nicht, weil es von der Säure, unter theilweiser Auflösung und mit Zurücklassung des röthlich braunen, kohligen Körpers zersetzt wird. In concentrirter Salzsäure löst sich der weiche Stahl ohne Residuum auf. In starker Schwefelsäure hinterlässt er anfangs das graphitähnliche Polycarburet, dasselbe wird aber bald in schwarzbraune, kohlige Substanz umgewandelt. Concentrirte Salpetersäure verhält sich ähnlich wie die verdünnte; das Polycarburet wird zersetzt, die Säure färbt sich braun, und ein



Theil der röthlichbraunen Substanz wird aufgelöst. Der stark gebärtete Stahl wird im Allgemeinen von Säuren, besonders von den verdünnten, weit schwerer angegriffen als der ungehärtete, weiche. Uebrigens zeigt derselbe beim Auflösen Erscheinungen, ganz ähnlich wie sie beim weissen Roheisen angeführt wurden (s. Auflösbarkeit des Roheisens und Stabeisens). — Um sowohl aus Stahl, als aus Stabeisen und Roheisen den ganzen Eisengehalt zu extrahiren, und doch zugleich hierbei alle Kohle ungelöst zu lassen, darf man sich keiner freien Säuren bedienen, weil diese, wie schon mehrfach erwähnt, keine genaue Abscheidung des Kohlenstoffs zulassen, indem derselbe theils in Verbindung mit Wasserstoff, theils in dem sich bildenden flüchtigen Oele (s. Auflösbarkeit des Roheisens) fortgeführt, theils aber auch, besonders bei Anwendung von Salpetersäure, in der Säure aufgelöst wird. Es giebt viele Methoden zur Bestimmung des Kohlengehaltes der verschiedenen Eisengattungen, welche aber nicht alle eine gleiche Empfehlung verdienen. Hier mögen nur zwei derselben beschrieben werden, welche Berzelius angegeben hat, und denen vor allen übrigen der Vorzug gebühren dürfte. Die eine dieser Methoden ist folgende: Man schmelzt Chlorsilber zu einem Kuchen, und legt diesen in ein Gefäß mit Wasser, worauf man das zur Analyse bestimmte Stück Eisen auf das Chlorsilber legt, und das Gefäß wohl verschließt, damit die Luft ausgeschlossen werde. Wird das Wasser mit einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure versetzt, so geht die Operation etwas rascher. Das Eisen verbindet sich dabei mit dem Chlor im Silbersalze, welches zu metallischem Silber reducirt wird, und löst sich auf; der Gehalt des Eisens an Kohlenstoff und Graphit bleibt auf dem reducirten Silberkuchen, von welchem es mit der größten Leichtigkeit abgeschieden werden kann, liegen. Ist das Stück Eisen dick, so erfordert die Operation einige Zeit, wenn es vollständig zerlegt werden soll. 1 Thl. Eisen erfordert zur Auflösung  $5\frac{1}{3}$  Thle. geschmolzenes Silberchlorid; aber man muss immer etwas mehr von letzterem nehmen. Die zweite Methode ist von Berzelius später als die angeführte vorgeschlagen, und hat unstreitig Vortheile vor dieser. Es wird bei derselben namentlich, wenn sie vorsichtig angestellt wird, selbst die geringste Wasserstoffentwicklung vermieden. Man digerirt das möglichst fein zertheilte Eisen mit einer Auflösung von Kupferchlorid, deren Quantität mehr als hinreichend seyn muss, um es in Eisenchlorür zu verwandeln. Bei einer Temperatur von etwa  $50^{\circ}$  C. ist dies nach 24 Stunden geschehen. Die Flüssigkeit wird abgossen, das rückständige, mit Kohle gemengte Kupfer wird mit einer concentrirten und mit Salzsäure gemischten Lösung von Kupferchlorid digerirt, bis das Kupfer in der Säure als Chlorür aufgelöst ist, worauf die zurückbleibende Kohle gesammelt wird. Nach Karsten's Erfahrungen ist jene Digerirwärme von  $50^{\circ}$  C. zu hoch, und eine kleine Wasserzersetzung soll sich dabei nicht vermeiden lassen; eine Temperatur von 5 bis  $8^{\circ}$  C. fand er für die zweckmäßigste. — Auf welche Art man nun auch die Kohle aus dem Eisen abgeschieden habe, so ist dieselbe niemals so rein, dass man sie nur zu wiegen brauchte, um den procentischen Kohlengehalt der untersuchten Eisensorte zu bestimmen. Dieselbe kann nämlich, außer Graphit, Polycarburet und kohlige (moderähnliche) Substanz, noch hauptsächlich Kieselerde enthalten. Zur genauen Ermittlung des wahren Kohlenstoffgehaltes in diesem Ge-

menge, ist bisher durchaus kein anderer Weg bekannt als die Verbrennung in einem Apparate, wie er zur Analyse organischer Körper benutzt wird. — Soll nicht blofs der Kohlengehalt einer Eisensorte bestimmt, sondern auch noch ermittelt werden, wieviel von demselben chemisch an Eisen gebunden, und wieviel mechanisch als Graphit eingemengt war, so bedarf es dazu noch eines besonderen Versuches. Karsten giebt hierzu folgende Vorschrift. Man löst das Eisen in Königswasser auf, filtrirt, wäscht das Filtrum erst mit verdünnter Säure und dann mit Wasser vollständig aus, trocknet das Filtrum sorgfältig, nimmt dann den Inhalt desselben vorsichtig mit einem Spatel und zuletzt mit der Fahne einer Feder ab, und kocht ihn in einem silbernen Schälchen mit Aetzkalklauge, welche nicht allein die Kieselerde, sondern auch die mit dem Eisen chemisch verbunden gewesene Kohle, so viel davon nicht als Gas fortgegangen, oder von der sauern Auflösung aufgenommen worden ist, auflöst. Dann wird die Flüssigkeit stark mit Wasser verdünnt, und auf ein gewogenes Filtrum gebracht. Man süfst vollständig mit Wasser, dann mit Salzsäure und dann wieder mit Wasser aus, trocknet das Filtrum zuerst an der Luft, dann in einem tarirten Platintiegel bei 140 bis 150° C. Durch Abzug des Gewichtes des Filtrums erhält man das Gewicht des Graphits, welcher beim Verbrennen nur Asche vom Filtrum zurücklässt. —

5) Vergleichender Ueberblick über die chemische Constitution des Stabeisens, Stahls und Roheisens.

Wenn Stabeisen und Stahl aus dem weifsglühenden, und Roheisen aus dem geschmolzenen Zustande durch eine langsame Abkühlung in den starren, erkalteten Zustand übergehen, so verbindet sich der in ihnen enthaltene Kohlenstoff mit einem Theile des Eisens zu Eisenpolycarburet, welches, in Gestalt von graphitähnlichen Blättchen, von der übrigen Masse des Eisens mechanisch umschlossen wird. Dass letztere ganz kohlefrei sey, ist wohl kaum mit Grund anzunehmen, da dergleichen Ausscheidungen niemals vollkommen scharf vor sich gehen; sie wird also vielmehr als ein Eisen betrachtet werden müssen, in welchem man sich entweder einen geringen Theil des Polycarburets aufgelöst denken, oder welches man auch als ein Subcarburet betrachten kann. Nur die vorhandene Menge des ausgeschiedenen Polycarburets ist es, welche den hauptsächlichsten Unterschied zwischen langsam erkaltetem Stabeisen und weichem, ungehärtetem Stahl ausmacht: beim grauen Roheisen treten aber noch die ausgeschiedenen Graphitblättchen und die verunreinigenden Nebenbestandtheile (Silicium, Phosphor, Schwefel u. s. w.) hinzu. Ein sehr mit Kohlenstoff überladener, dem grauen Roheisen schon nahe stehender Stahl kann mitunter auch schon Graphitblättchen, wiewohl nur sehr wenige, enthalten.

Das Polycarburet des Eisens, dessen Vorhandenseyn zuerst von Karsten nachgewiesen wurde, hat bisher noch nicht in völliger Reinheit isolirt werden können. Es gleicht im Ansehen dem Graphite, unterscheidet sich aber von diesem dadurch, dass es vom Magnete gezogen wird. Karsten erhielt durch Verbrennung des Polycarburets einen, bei verschiedenen Versuchen zwischen 82 und 94 Procent schwankenden Rückstand an Eisenoxyd. Nimmt man hieraus das Mittel, so ergiebt sich, dass diese Verbindung etwa aus 60 Procent Eisen

und 40 Procent Kohlenstoff bestehen mag, also als ein  $\text{Fe C}_3$  betrachtet werden kann.

Wird Stabeisen oder Stahl, bis zum Weissglühen erhitzt, oder Roheisen bei hoher Temperatur geschmolzen, und versetzt man dieselben darauf plötzlich in den Zustand der Erkaltung, so findet das Polycarburet keine Zeit zu seiner Bildung, eine grössere Menge Eisen bleibt mit dem Kohlenstoff verbunden, und es entsteht  $\text{Fe}_4 \text{C}$ . Diese Verbindung sehen wir im Spiegeleisen fast rein ausgebildet. Im gewöhnlichen weissen Roheisen enthält dieselbe eine grössere oder geringere Menge kohlenstoffreies Eisen aufgelöst. Der gehärtete Stahl ist weisses Roheisen (natürlich ohne dessen Verunreinigungen), gemengt mit Stabeisen, und das plötzlich abgekühlte Stabeisen enthält nur so geringe Mengen weissen Roheisens aufgelöst oder mechanisch eingeschlossen, dass dadurch nur geringe Abweichungen von den Eigenschaften des langsam erkalteten Stabeisens bewirkt werden können.

Sowohl die aus dem Eisen-Polycarburete,  $\text{Fe C}_3$  (?), als aus dem Carburete,  $\text{Fe}_4 \text{C}$ , durch Einwirkung von Säuren abgeschiedene Kohle ist niemals reiner Kohlenstoff, sondern ein dem vegetabilischen Morder (s. d.) ganz ähnlicher Körper. Es scheint, dass der in äusserst fein vertheilter Substanz, gewissermassen atomweise abgeschiedene Kohlenstoff, sogleich Verbindungen, namentlich mit Wasserstoff und Sauerstoff, eingeht. — Das unter Auflösbarkeit des Stabeisens, Stahls und Roheisens angegebene Verhalten dieser Eisengattungen gegen Säuren findet, durch das Vorhandenseyn einer der beiden Verbindungen  $\text{FeC}_3$  oder  $\text{Fe}_4 \text{C}$  seine Erklärung. Th. S.

Eisen. Gewinnung. — Das chemisch reine Eisen ist kein Gegenstand der Darstellung im Grossen, theils weil dessen Eigenschaften wenig zu einer solchen Gewinnung auffordern, theils auch, weil es bedeutende Schwierigkeiten haben würde, kohlefreies Eisen in einigermaßen beträchtlichen Quantitäten zu schmelzen. Auf welche Art dessen Darstellung im Kleinen bewerkstelligt werden kann, ist bereits (unter: Eisen, Eigenschaften) angeführt worden. Die Methoden der Roheisen-, Stabeisen- und Stahl-Gewinnung findet man in dem Folgenden beschrieben. Da das Roheisen fast stets als Material für die Stabeisen-Fabrication, und das Stabeisen wieder meist als Material für die Stahl-Bereitung dient, so ist es am natürlichsten, dass die Gewinnung des Roheisens bei dieser Beschreibung den Anfang macht.

#### 1) Roheisen.

Alle zur hüttenmännischen Gewinnung des Eisens angewendeten Erze sind entweder Verbindungen des Eisens mit Sauerstoff, des Eisenoxyds mit Wasser oder des Eisenoxyduls mit Kohlensäure. Die Darstellung des Roheisens aus den Eisenerzen geschieht daher durch einen einfachen reducirenden Schmelzprocess, bei welchem es hauptsächlich darauf ankommt, dass das reducirte Eisen sich mit einer hinreichenden Menge Kohlenstoff verbindet, um dadurch eine, in mehrfacher Hinsicht Vortheil gewährende Leichtflüssigkeit zu erlangen, welche sowohl dem Stahle als dem Stabeisen abgeht. Das Roheisen hat einen Kohlengehalt von etwa 3,20 bis 5,75, der Stahl von 0,90 bis 1,90 und das Stabeisen von 0,25 bis 0,50 Procent; das erste schmilzt bei ungefähr  $1600^\circ \text{C}$ ., der Stahl durchschnittlich bei  $1800^\circ \text{C}$ . und das Stabeisen bei circa

2000 C. Wollte man also ein, hinsichtlich seines Kohlengehaltes, dem Stahle oder gar dem Stabeisen nahe stehendes Roheisen, in geschmolzenem Zustande, aus den Erzen gewinnen, so würde dies, abgesehen von mancherlei Schwierigkeiten anderer Art, bedeutend höhere Temperaturgrade erfordern, als es bei der Ausbringung des gewöhnlich kohlenstoffreichen Roheisens der Fall ist. Uebrigens würde ein solches kohlenstoffarmes Roheisen doch nur in den seltensten Fällen annähernd die guten Eigenschaften des Stabeisens oder Stahls besitzen, indem die Eisenerze nur ausnahmsweise so rein vorkommen, dass das aus ihnen reducirte Eisen in dem hierzu erforderlichen Grade frei von schädlichen Beimischungen wäre. — Aufser der Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff werden bei diesem Reductionsprocesse noch zwei andere wichtige Anforderungen gemacht, nämlich ein möglichst geringer Eisenverlust (durch Verschlackung) und die Fortschaffung der größtmöglichen Menge schädlicher Stoffe, wie besonders Schwefel und Phosphor, welche theils in den Erzen, theils aber auch in dem zur Schmelzung angewendeten Brennmateriale enthalten seyn können. Um diesen drei Hauptforderungen zu genügen, ist es nicht hinreichend, die mit Kohle oder anderem Brennmateriale gemengten Eisenerze sogleich der reducirenden Schmelzung in einem dazu construirten Ofen zu unterwerfen, sondern es werden einerseits Vorarbeiten mit den Erzen erfordert, ehe sie in den zur Reduction bestimmten Ofen kommen, andererseits aber auch Mafsregeln während der reducirenden Schmelzung selbst.

Zu den Vorarbeiten, denen die Eisenerze unterworfen werden müssen, gehören besonders: 1) Verwitterung, 2) Röstung und 3) Zerkleinerung. — Unter Verwitterung versteht man die Veränderungen, welche die Erze erleiden, wenn sie während längerer Zeit dem Einflusse der Witterung ausgesetzt werden. Dieser Einfluss, der hauptsächlich in einer höheren Oxydirung besteht, kann sich natürlich nicht bei allen Eisenerzen in gleichem Grade oder überhaupt geltend machen. Eisenglanz und Rotheisenstein werden sich durch Einwirkung der Luft nicht höher oxydiren können, da beide schon aus Eisenoxyd bestehen, und ein Gleiches wird der Fall seyn mit Brauneisenstein (reines Eisenoxydhydrat) und Raseneisenstein (unreines Eisenoxydhydrat). Magneteisenstein ist zwar einer solchen höheren Oxydirung fähig, da er aber fast stets in sehr dichten Massen vorkommt, so wird dieselbe, selbst nach Verlauf von Jahren, meist nur sehr oberflächlich und unvollkommen eintreten können. Die einzigen Eisenerze, bei welchen eine schnellere und vollständigere Verwitterung eintritt, sind diejenigen, welche kohlen-saures Eisenoxydul als Hauptbestandtheil enthalten, also Spatheisenstein und damit verwandte Erze (Sphärosiderite). Das Eisenoxydul derselben oxydirt sich zu Eisenoxyd, die Kohlensäure entweicht und es entsteht zuletzt Eisenoxydhydrat. Der Zweck der Verwitterung ist aber keineswegs die höhere Oxydation selbst, sondern nur die Folge derselben, nämlich eine dadurch entstehende Auflockerung, Porosität der Erzmasse. Wie diese durch Hinzutreten des Sauerstoffs, gewissermässen durch ein Rosten des Erzes hervorgebracht wird, ist leicht einzusehen; welche Vortheile sie gewährt, soll weiter unten auseinandergesetzt werden.

Aufser der Auflockerung hat das Verwittern noch eine gute Wirkung anderer Art auf die Beschaffenheit der Erze; eingesprengte

Schwefelmetalle, wie besonders Schwefelkies und Magnetkies, werden hierbei zersetzt und die entstandenen schwefelsauren Salze größtentheils durch den Regen weggeführt. Ein schädlicher Phosphor- oder Arsenikgehalt wird jedoch auf solche Weise nur wenig oder gar nicht vermindert. — Das Rösten der Eisenerze besteht in einem Glühen derselben bei Luftzutritt. Dieser Process übt dieselben Vortheile wie die Verwitterung aus, aber in einem bei weitem schnelleren und höheren Grade. Es können also ökonomische Gründe seyn, welche der letzteren vor dem ersten zuweilen den Vorzug geben. Durch das Rösten werden sogar harte Eisenglanze und Rotheisensteine mürbe, indem sie eine große Anzahl feiner Sprünge bekommen, eine Wirkung, welche bei jedem stark erhitzten und darauf schnell abgekühlten Steine eintritt, wenn derselbe auch durch die Erhitzung durchaus keine chemischen Veränderungen erleidet. Noch poröser als Eisenglanz und Rotheisenstein wird unter solchen Umständen Magneteisenstein werden, da bei diesem eine theilweise Oxydation jene Sprünge noch mehr auseinander treibt und ihre Anzahl vermehrt. Bei den Eisenoxydhydrat-Erzen entweicht das Wasser und bei den Spatheisensteinen und Sphärosideriten die Kohlensäure, und lässt die Erzmassen in einem Zustande zwar sehr feiner, aber vollkommener, so zu sagen atomistischer Porosität zurück. Die Entfernung der schädlichen Bestandtheile geschieht durch das Rösten ebenfalls schneller und besser, als durch das Verwittern; von Schwefel und Arsenik wird ein großer Theil oxydirt und verflüchtigt, nur der Phosphor, welcher meist schon als Säure vorhanden ist, widersteht sowohl dem einen als dem andern. In hohem Grade wird die Fortschaffung des Schwefels und Arsens befördert, wenn man sich beim Rösten der Wasserdämpfe bedient, und diese, wie Nordenskjöld gezeigt hat, in gewisser Quantität durch die glühende Erzmasse streichen lässt. Die schon gebildeten schwefelsauren und arseniksauren Salze werden hierdurch wieder reducirt, und es entweicht Schwefelwasserstoff und Arsenikwasserstoff, welche zu schwefliger Säure, arseniger Säure und Wasser verbrennen. Jene Porosität nun, welche die Eisenerze theilweise durch Verwitterung, in noch höherem Grade aber durch Rösten erlangen, trägt wesentlich dazu bei, dass zwei von jenen drei Hauptanforderungen erfüllt werden können, nämlich: 1) eine vollständige Reduction beim späteren Schmelzen, und 2) die erforderliche Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff während dieses Processes. Da die Reduction der Eisenerze, wie später näher auseinandergesetzt werden soll, nicht durch die unmittelbare Berührung derselben mit fester Kohle, sondern nur durch die Einwirkung der reducirenden Gasarten (Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff und Wasserstoff) geschieht, so ist hierzu also ein vollkommen poröser Zustand erforderlich, welcher diesen Gasarten auch den Zugang in's Innere der Erzstücke gestattet. Sobald Erztheile, welche noch oxydirtes Eisen enthalten, aus den weniger heißen Theilen des Schachtofens, in welchem aber die Reduction schon beendet werden soll, in den eigentlichen Schmelzraum eintreten, so wird nur ihr reducirtes Theil schmelzen, der andere aber der Verschlackung ausgesetzt werden. Die Reduction der Erze muss aber nicht nur schonit atgefunden haben, ehe die Erze aus dem Redactionsraume in den Schmelzraum eintreten, sondern sie muss auch schon zeitig genug geschehen seyn, damit das reducirt, aber noch nicht geschmolzene Eisen, auf seinem Wege zum Schmelzraume, Zeit genug hatte, sich mit

Kohlenstoff zu sättigen. Es ist nämlich mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass das Eisen, wenn es erst einmal zur Schmelzung gelangt ist, nicht mehr so viel Gelegenheit hat, Kohlenstoff aufzunehmen, als in einem stark glühenden, erweichten Zustande, wie er der Schmelzung vorausgeht. Dass eine solche beschleunigte Reduction ebenfalls durch die Porosität der Erzmasse befördert wird, bedarf, nach dem Gesagten, keiner weiteren Erörterung. Aber noch auf eine andere Art wirkt die vorhergegangene Röstung der Eisenerze auf eine Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff hin. Es ist schon erwähnt worden, dass eine hohe Temperatur hierbei von großer Wichtigkeit ist. Durch das Rösten wird nun eine zum Theil sehr bedeutende Menge von flüchtigen Bestandtheilen (hygroskopisches und chemisch gebundenes Wasser, Kohlensäure u. s. w.) aus den Erzen entfernt, welche, wenn ihre Verflüchtigung erst in dem Hohofen selbst geschähe, die Temperatur im Innern des Schachtraumes unfehlbar sehr deprimiren würde, da alle diese Gase, ganz besonders aber die Wasserdämpfe, eine beträchtliche Quantität Wärme binden und aus dem Ofen entführen müssten.

Aus dem Angeführten ergibt sich, dass die Röstung der Eisenerze, welche, namentlich bei einigen derselben, leicht als ein ziemlich unwesentlicher Process erscheinen könnte, einen großen Einfluss auf den Ausfall der nachfolgenden reducirenden Schmelzung ausübt, indem sie zur Erfüllung der drei Hauptforderungen beim Ausbringen des Roheisens, Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff, vollständige Reduction und möglichste Fortschaffung der schädlichen Beimengungen, wesentlich beiträgt. Die Verwitterung der Erze bewirkt ein Gleiches, aber in weit mehr Zeit erforderndem und schwächerem Grade. Zuweilen pflegt man die Erze nach dem Rösten dem Verwittern auszusetzen. Ihre Porosität wird sicher dadurch vermehrt und die Quantität der schädlichen Beimengungen vielleicht noch vermindert, aber dieselben nehmen hierbei viel hygroskopisches Wasser auf, welches eigentlich durch nochmaliges Erhitzen wieder weggeschafft werden müsste, ehe sie in den Schmelzofen kommen. — Sowohl durch Röstung als Verwitterung wird der letzte vorbereitende Process, die Zerkleinerung der Eisenerze, sehr erleichtert. Es ist klar, dass man nicht Erzstücke von Cubikfuß- und von Cubikzoll-Größe mit gleichem Erfolge der Reduction und Schmelzung wird aussetzen können. Selbst bei einer vollkommenen Porosität solcher Stücke wird die Reduction und Schmelzung der kleinen doch weit eher vollbracht seyn, als die der großen. Mit der Kleinheit hat es aber hierbei auch seine Grenze. Pulverförmiges oder gar staubfeines Erz wird in dem Schachte des Schmelzofens so dicht aufeinander liegen, und den Gasarten nur eine so unvollkommene Circulation gestatten, dass dadurch ein in mehrfacher Hinsicht schlechter Schmelzgang entstehen muss. Eine Größe der Erzstücke von 1 bis 4 Cubikzoll ist im Allgemeinen das Richtige. Die leicht reducibaren Erze (s. Eisenerze) können in größeren, die schwer reducibaren dagegen müssen in kleineren Stücken angewendet werden. Auch die Zerkleinerung trägt also zu einer schnelleren Reduction, und mithin sowohl zu einer späteren Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff, als auch zu einer vollständigen Reduction der Erze bei.

Die Maßregeln der reducirenden Schmelzung sind sehr mannichfacher Art, aber alle laufen darauf hinaus, einer oder mehreren der drei Hauptforderungen zu genügen. Es sind hauptsächlich

folgende: 1) eine besondere Ofenconstruction, 2) Gattirung der Erze, 3) Wahl der Zuschläge zu denselben, 4) zweckmäßige Art und Menge des Brennmaterials, 5) gewisse Menge und Pressung der Gebläseluft, 6) Trockenheit der Ofenwände, der Beschickung und der Gebläseluft, 7) Temperatur des eingeblasenen Windes.

Bei der zweckmäßigen Construction eines Schmelzofens zur Roheisen-Erzeugung, muss natürlicher Weise vor Allem die Idee zu Grunde liegen, dass die Erze, ehe sie an die heißeste Stelle des Ofens, in den eigentlichen Schmelzraum, gelangen, eine hinreichende Zeit den Einwirkungen der reducirenden und kohlendenden (Kohlenstoff an das Eisen abtretenden) Gasarten ausgesetzt gewesen sind. Diese Idee kann nicht einfacher realisirt werden, als durch einen cylinderförmigen Schachtraum, in welchem die mit dem Brennmaterial gemengten Erze übereinandergeschichtet liegen, und vermittelst der am Fusse des cylinderförmigen Raumes einströmenden Gebläseluft von unten auf erhitzt werden. Der Schmelzraum wird alsdann in der Nähe des Ortes, wo die Luft einströmt, entstehen, und die ganze Beschickungssäule wird in dem Maße von oben nach unten nachrücken müssen, als die reducirten Erze schmelzen und das Brennmaterial vor dem Gebläse verbrennt. Eine solche Ofenconstruction würde jedoch wesentliche Mängel haben und sogar gegen alle drei Hauptforderungen verstossen. Vorausgesetzt selbst, man hätte dafür gesorgt, dass die Beschickungssäule nicht bis in den Raum, wo sich das geschmolzene Roheisen ansammeln soll, niederdrückte, indem man letzterem einen Abfluss verschaffte, und es durch eine besondere Vorrichtung vor dem zu zeitigen Erstarren schützte, so würde das erzeugte Eisen sicherlich nicht mit Kohle gesättigt seyn, es würde bei weitem keine vollständige Reduction geschehen und die Schmelzung würde sehr bald in Unordnung, ja vielleicht in Stillstand gerathen. Dicht über dem Schmelzraume nämlich ist der Ort, wo das schon reducirte Eisen den größten Theil seines Kohlenstoffgehaltes aufnehmen soll, und etwas höher liegt die Stelle, wo alle Reduction beendet seyn muss. An diesen beiden Orten muss man die reducirten Erze also vorzugsweise längere Zeit aufzuhalten suchen, damit sowohl die Reduction vollständig als die Sättigung mit Kohle in möglichst hohem Grade erreicht werde; hier muss also der Schachtraum eine größere Weite haben, als an irgend einer anderen Stelle. Dies ist aber noch nicht genug. Um zu verhindern, dass von den reducirten Erzen ein größeres Quantum vor das Gebläse rückt, als in der heißen Zone desselben zu schmelzen vermag, muss der Schacht unterhalb dieses erweiterten Raumes zusammengezogen, gleichsam mit einem Halse versehen seyn. Diese Verengung des Schachtes an seinem unteren Ende wird alsdann zugleich den Vortheil gewähren, dass man dicht unter dem Gebläse einen Sammlungsraum für das geschmolzene Roheisen anbringen kann, indem man nun nicht mehr das Hineinrücken der noch ungeschmolzenen Beschickungssäule in das flüssige Metall zu befürchten braucht. Die Temperatur des dicht darüber liegenden Schmelzraumes wird jetzt das geschmolzene Roheisen vor dem Erstarren beschützen, ohne dass man eine besondere Vorrichtung dazu nöthig hätte. — In einem Ofen von der zuletzt skizzirten Construction, einem sogenannten Hohofen, werden bei der Verschmelzung der Eisenerze folgende Processe vor sich gehen. Am oberen Theile seines Schachtraumes wird die Temperatur

am wenigsten hoch, aber doch hoch genug seyn, um die Beschickung (Erze, Brennmaterial und Zuschläge) von jeder Spur Feuchtigkeit zu befreien, deren Anwesenheit sich trotz aller Vorsicht nicht ganz vermeiden liefs. Je weiter die Beschickung in den sich allmählig erweiternden Schachtraum hinabrückt, desto mehr wird sie erhitzt, und noch ehe sich die Temperatur so steigert, dass die Reduction ihren Anfang nimmt, wird vielleicht noch ein Theil der flüchtigen schädlichen Beimengungen, wie Schwefel und Arsenik, fortgeschafft, welche die Rö- stung nicht zu entfernen vermochte. Die durch Verbrennung des Brennmaterials gebildeten reducirenden Gasarten, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff und Wasserstoff gelangen in dem mittleren Raume des Ofenschachtes zur Wirkung, indem sie in die Poren des hinreichend erhitzten Erzes eindringen und dasselbe zu metallischem Eisen umän- dern, welches nun auf seinem weiteren Wege zum Schmelzraume nach und nach zu kohlehaltigem Eisen cementirt wird. Fängt dieses Eisen an tropfbar flüssig zu werden, so haben die einzelnen Tropfen noch Schwierigkeiten zu überwinden, ehe sie in den unterhalb des Gebläses befindlichen Sammlungsraum für das geschmolzene Metall gelangen. Während dieser Zeit wird, vorausgesetzt, dass der erforderliche Hitze- grad vorhanden ist, die Sättigung der flüssigen Eisen-Partikel mit Koh- lenstoff auf das Maximum gebracht, indem sowohl Kohlenoxydgas Kohle an dieselben abtritt, als auch die unmittelbare Berührung mit weifsglü- hender Kohle darauf hinwirkt. Kohlenwasserstoff kann dagegen im Schmelzraume oder auch dicht über demselben nichts zur Kohlung des Eisens beitragen, da er an diesen Stellen nicht vorhanden ist (s. Gicht- gase). — Man wird jetzt einsehen, wie nothwendig es ist, dass die Beschickung so wenig feucht, wie möglich, in den Ofen gebracht wird. Dass die oberen Theile des Ofens dadurch abgekühlt werden müssen, ist von selber klar; aber diese Abkühlung wird, bei steter Auffüllung neuer Beschickung, sich nach und nach bis in die tiefer liegenden Theile des Schachtes, ja sogar bis in den Schmelzraum verpflanzen.

Unter Gattirung versteht man das Vermengen mehrerer Erzsorten. Es geschieht dies theils um einen richtigen mittleren Eisengehalt (hier- von weiter unten) des ganzen zu verschmelzenden Erzquantums zu Wege zu bringen, theils um Erzsorten, welche vorzugsweise schädliche Be- standtheile enthalten, zweckmäfsig zu vertheilen, theils endlich um einen guten Schmelzgang zu befördern. Letzteres geschieht auf folgende Art: Die zur Verschmelzung gelangenden Erze sind begreiflicher Weise nie ganz frei von eingemengten Gebirgsarten. Trifft es sich nun auf Ei- senhüttenwerken, dass man Erzsorten hat, welche von verschiedenen Gebirgsarten begleitet werden, so wird man natürlich, wenn keine an- deren, wichtigeren Gründe dagegen sprechen, stets solche mit einander zu gattiren suchen, welche eine gute leichtflüssige Schlacke durch ihr Zusammenschmelzen geben. Das Nähere der Schlackenbildung in dem Folgenden.

Die Zuschläge sind mineralische Substanzen, welche man beim Schmelzen der Erze zusetzt, um einerseits gewisse schädliche Beimen- gungen zu absorbiren und andererseits die Schlackenbildung zu beför- dern oder überhaupt möglich zu machen. Der gewöhnlichste und zweckmäfsigste Zuschlag ist Kalk, in der Regel als kohlenaurer Kalk, Kalkstein, angewendet. Er gewährt zugleich den Vortheil, dass ein Theil, obwohl vielleicht nur ein geringer, der in der Beschickung vor-



handenen Phosphorsäure absorbiert wird. Einen wesentlicheren Einfluss hat aber der Kalk auf die Entfernung des Schwefels, welcher besonders als Schwefelcalcium in die Schlacke zu gehen scheint. — Es ist bei der vorliegenden theoretischen Uebersicht des Roheisen-Schmelzprocesses bis jetzt, der Einfachheit wegen, angenommen worden, als könnte Roheisen durch Schmelzung eines nur aus reinen Eisenerzen und Brennmaterial bestehenden Gemenges erzeugt werden. Eine nähere Betrachtung wird zeigen, dass dies nicht möglich ist. Der Gang der verschiedenartigen Prozesse in dem oberen und mittleren Theile des Ofenschachtes, würde zwar ganz so stattfinden, wie angegeben; in dem unteren Theile des Schachtraumes aber, und namentlich in der Nähe des Ortes, wo die Gebläseluft einströmt, würde diesem guten Gange wieder entgegen gearbeitet werden. Das geschmolzene und noch nicht ganz mit Kohlenstoff gesättigte Eisen müsste hier mitten durch den heftigsten Strom des eingeblasenen Windes passiren, ohne ein Schutzmittel zu haben, welches sowohl Eisen als Kohlenstoff gegen die Verbrennung sicherte. Im günstigsten Falle würde man also, den Eisenverbrauch nicht zu rechnen, ein sehr kohlenstoffarmes Roheisen im unteren Sammlungsraume erhalten. Das hier befindliche flüssige Metall würde aber noch nicht vor weiterem Kohlenstoffverluste geschützt seyn, indem die Gebläseluft freien Zutritt zu seiner Oberfläche hätte. Es kommt also darauf an, diesen beiden wesentlichen Uebelständen vorzubeugen. Dies geschieht durch die Schlacke, d. h. einem hinreichend leichtflüssigen Silicate von Erden und Metalloxyden, welches sich neben dem reducirten Eisen aus den Bestandtheilen des Schmelzgemenges (der Beschickung) bildet, die einzelnen Roheisentropfen bei ihrem Durchgange durch den Gebläsestrom begleitet und dadurch weniger der Oxydation bloßstellt, so wie auch eine flüssige Schicht auf dem im Sammlungsraume befindlichen Roheisen bildet, wodurch dieses ebenfalls der Entkohlung und Verbrennung entzogen wird. Da die Eisenerze, in dem Zustande, wie sie zur Schmelzung kommen, fast niemals frei von begleitenden Gebirgsarten oder eingemengten Erdtheilen sind, so liefern diese Beimengungen schon ein mehr oder weniger gutes Schlackenmaterial. Durch eine zweckmäßige Gattirung kann dies oft sehr verbessert werden. Werden quarzreiche Erze mit kalkreichen in dem richtigen Verhältnisse zusammengeschmolzen, so wird eine gute Schlacke erzeugt werden. Sehr häufig reicht die Gattirung aber nicht aus, indem es den Erzen an einem oder dem andern Bestandtheile fehlt, welcher sich mit den schon vorhandenen bei der Schmelzung leicht verschlackt; in diesem Falle muss das Fehlende den Erzen zugesetzt, oder, wie der praktische Ausdruck dafür lautet, zugeschlagen werden. Das ist also der zweite wichtige Grund für den Gebrauch der Zuschläge. Ihre Menge und ihre Art richtet sich natürlicher Weise durchaus nach der Beschaffenheit der Erze, und kann, für den entsprechenden Fall, sowohl durch Proben im Kleinen (in Schmelztiegeln), als durch Proben im Großen (im Hohofen selbst) ermittelt werden. Als Anhalten hierbei dient die Erfahrung, dass in allen Hohofenschlacken von einem guten Schmelz gange, der Sauerstoffgehalt der Kieselerde durchschnittlich etwa  $1\frac{1}{2}$ mal so groß ist, als der der Basen. Entweder nähern sich nämlich diese Schlacken den Singulo- oder den Bi-Silicaten<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Mit den Namen Sub-, Singulo-, Bi- und Tri-Silicat bezeichnet der Hütten-

Das zu der Reduction der Eisenerze angewendete Brennmaterial ist bisher nicht näher bezeichnet worden. Es wird so gewählt werden müssen, dass es 1) den erforderlichen Hitzgrad bei der Verbrennung erzeugt, 2) eine gute Reduction der Erze und Kohlunng des Eisens bewirkt, und 3) keine schädlichen Bestandtheile in den Ofen bringt. Ferner muss es auch noch eine gewisse Festigkeit besitzen, damit es, namentlich in den unteren Theilen des Ofenschachtes, nicht von der Last der darauf ruhenden Beschickung zu Staub gedrückt werde, was eine unregelmäßige Circulation der reducirenden Gase und andere Uebelstände zur Folge haben könnte. Diesen Anforderungen genügen nur zwei Brennmaterialien, nämlich Holzkohle und verkohlte Steinkohle (Koak). Anthracit ist im Ganzen zu selten, als dass er bei dieser allgemeinen Bestimmung in Betracht käme. Man hat vielfach versucht, Holz im unverkohnten oder halbverkohnten Zustande anzuwenden, aber nie mit vollkommen glücklichem Erfolge. Bei der Verkohlunng oder der Fortsetzung der schon halb zu Ende gebrachten, denen letztere Brennmaterialien im Ofenschachte unterworfen sind, werden zu viel Gasarten entwickelt, welche Wärme binden und sie der Beschickung entziehen, als dass der erforderliche hohe Hitzgrad erreicht werden könnte. Wenn man sich auf einzelnen Eisenhüttenwerken eines Gemenges von Holzkohlen und halb verkohntem oder gar nicht verkohntem Holze mit anscheinendem Erfolge bedient, so beweist das nur, dass ein bis zu einem gewissen Grade verschlechterter Schmelzgang unter gewissen Verhältnissen pecuniäre Vortheile gewähren kann. Die sehr kohlenstoffreichen Steinkohlen erlauben es weit eher, dass man sie in unverkohntem Zustande anwendet, und es würde letzteres auch gewiss öfter geschehen als es der Fall ist, wenn man mit der Verkoakung derselben nicht noch einen anderen Zweck verbände als den, bei der Schmelzung eine möglichst hohe Temperatur zu erreichen. Die meisten Steinkohlen enthalten nämlich, in Folge ihres geologischen Bildungsprocesses, mehr oder weniger Schwefelkies eingesprengt, dessen Schwefel bei einer guten Verkoakung fast gänzlich entfernt wird. Enthalten dieselben dagegen, wie es auch mitunter vorkommt, eingesprengten Gyps in beträchtlicher Menge, so bleiben solche Steinkohlen auch nach der Verkoakung schlecht. Auf einem deutschen Eisenwerke hat man dadurch aus gypshaltigen Steinkohlen gute Koaks zu gewinnen gesucht, dass man Steinkohlenklein vermittelst des von einer Dampfmaschine kommenden warmen Wassers auslaugte, und es nachher der Verkoakung unterwarf. Hierzu ist es aber unumgänglich erforderlich, dass die Steinkohlen sogenannte Backkohlen sind, nämlich solche, welche bei einer höheren Temperatur, wie sie zur Verkoakung nöthig ist, weich werden und an einander backen. — Verkohlter Torf und verkohlte Braunkohlen haben niemals die gehörige Festigkeit, welche, wie schon erwähnt, die zum Hohofenbetriebe brauchbaren Brennmaterialien haben müssen. Ersterer würde außerdem wegen des fast stets hohen Phosphorgehaltes seiner Asche nicht anwendbar seyn. — Was

---

mann, abweichend von der chemischen und mineralogischen Nomenclatur, Silicate, in denen der Sauerstoff der Kieselerde die Hälfte, das Gleiche, Doppelte und Dreifache des Sauerstoffs der Basen ausmacht. Dem Chemiker oder Mineralogen ist also das Singulo-Silicat ein Drittel-Silicat, und das Tri-Silicat eine neutrale Verbindung.

nun die Menge des Brennmaterials betrifft, welche zu einem gewissen Erzquantum gesetzt werden muss, um damit schon öfter angedeutete Zwecke zu erreichen, so ist dieses theils von der Beschaffenheit des Brennmaterials selbst, theils von der der Erze abhängig. Je ärmer, je leichter reducirbar und schmelzbar (mit Bezug auf die Schlacke) die letzteren sind, desto weniger Brennmaterial, und, je mehr der umgekehrte Fall stattfindet, eine desto grössere Menge wird zur Roheisengewinnung erforderlich seyn. Aehnliche Verhältnisse finden beim Brennmaterial selbst statt. Da der Hitzeeffect der Koaks nach ihrem Aschengehalte und sonstigem Zustande verschieden ausfallen kann, so sind Vergleiche in dieser Hinsicht zwischen Holzkohlen und Koaks sehr unsicher; und diese Unsicherheit wird noch dadurch vermehrt, dass auch der Brenneffect der verschiedenen Holzkohlen sehr variabel seyn kann. Die jedesmalige Erfahrung ist bei allen diesen Verhältnissen die einzige sichere Leiterin.

Dass eine gewisse Menge der Gebläseluft erfordert wird, um eine lebhaftere Verbrennung des Brennmaterials im Schachte des Hohofens zu erhalten und dadurch eine hohe Temperatur zu erzeugen, bedarf kaum einer weiteren Auseinandersetzung. Sollen viele Kohlen zugleich brennen, so gehört viel Luft dazu. Weniger leicht dürfte es aber einge-  
sehen werden, warum der eingeblasene Luftstrom eine gewisse Pres-  
sion haben muss. Man sollte meinen, dass durch eine bestimmte  
Quantität Sauerstoff, wenn sie mit Kohle verbrennt, stets dieselbe  
Wärmemenge erzeugt werden müsste. Dies ist auch mathematisch ge-  
nau der Fall. Also, könnte man weiter schliessen, muss es ganz gleich  
seyn, ob die für einen Hohofen erforderliche Windmenge durch eine  
ganz kleine oder sehr grosse Oeffnung in den Schachtraum strömt.  
Dies wäre aber sehr falsch. In beiden Fällen wird allerdings, bei in  
gleichen Zeiten eingeblasenen gleichen Luftmengen, das erzeugte  
Wärme-Quantum dasselbe seyn, aber nicht der Wärme-Grad.  
Es ist klar, dass in einem Raume von gegebener Grösse die Tempera-  
tur desto höher steigen muss, je mehr Kohlenpartikel auf einmal in  
demselben verbrennen. Ist ein solcher Raum mit grösseren, unregel-  
mässig über einander liegenden Kohlenstücken gefüllt, so wird seine  
Temperatur von der Grösse der brennenden Oberfläche der  
Kohlen abhängig seyn. Bei einem Luftstrome von sehr geringer Pres-  
sion werden auch in der That nur die Oberflächen, d. h. die an der  
äussersten Peripherie befindlichen Partikel der Kohlenstücke verbren-  
nen; anders wird es sich hiermit aber bei einem stark gepressten Winde  
verhalten. Derselbe wird nicht nur auf diese Oberfläche einwirken,  
er wird sich mit Gewalt einen Weg in die porösen Kohlen bahnen  
und in denselben eine Verbrennung erzwingen. Es werden also, bei  
sonst gleichen Umständen, in einem mit stark gepressten Winde ge-  
speisten Schmelzraume mehr Kohlenpartikel auf einmal zur Verbren-  
nung gelangen, als in einem mit schwach gepresstem Winde versehe-  
nen, und folglich wird der erzeugte Wärme-Grad in ersterem Falle  
grösser seyn als im zweiten. Um einen solchen Wärme-Grad handelt  
es sich aber bei der Roheisen-Erzeugung gar sehr. Wenn auch bei  
schwachem Winde keine Wärme verloren geht, sondern nur auf einen  
grösseren Raum vertheilt wird, so ist damit nicht viel gewonnen,  
wenn man nicht im Stande ist eine Temperatur zu erreichen, bei wel-  
cher Kohlun und Schmelzung des Eisens am besten von Statten gehen.

— Aus der gegebenen Erklärung wird man leicht abstrahiren können, warum die dichten Koaks einen stärker gepressten Wind verlangen, als die porösen Holzkohlen.

Dass die Trockenheit der Ofenwände, der Beschickung und der Gebläseluft unerlässliche Bedingungen zur Erreichung eines hohen Hitzgrades und der davon abhängigen Kohlung des Eisens sind, geht aus dem starken Wärme-Absorptions-Vermögen der Wasserdämpfe hervor.

Den Einfluss, welchen die Temperatur der Gebläseluft auf den Schmelzgang ausübt, auseinanderzusetzen, würde hier zu weit führen. Man sehe deshalb: Gebläseluft, erwärmte. Nur so viel möge erwähnt werden, dass die Anwendung einer bis gegen 200 oder 300° C. erhitzten Gebläseluft zwar manche Vortheile gewährt, namentlich eine Erhöhung der Temperatur im Schachtraume bewirkt, aber auch mit mancherlei Uebelständen verknüpft ist, wie z. B. mit der Erzeugung eines weniger reinen Roheisens, als bei kaltem Winde gewonnen werden kann. —

Nachdem auf diese Weise ein theoretischer Ueberblick über die hauptsächlichsten, zur Gewinnung des Roheisens erforderlichen Prozesse und Mafsregeln gegeben, und dabei stets angedeutet worden ist, dass man den Grund zu allen diesen Veranstaltungen in der Erfüllung jener 3 Hauptforderungen (Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff, vollständige Reduction und Entfernung der schädlichen Stoffe) zu suchen habe, wird die praktische Ausführung der hüttenmännischen Prozesse, deren Beschreibung nun folgen soll, hinreichend motivirt erscheinen. Dass die Erfahrung bei diesen Processen noch manche Regel ausfindig gemacht hat, wie sie sich bei einer Betrachtung *a priori* nicht so leicht ergibt, ist voranzusehen. Ferner wird aber auch hierbei ein bisher noch nicht gewürdigter, für die Praxis jedoch äufserst wichtiger Umstand beachtet werden müssen, nämlich die Oekonomie bei der Roheisenerzeugung. Käme es bei der Gewinnung des Eisens aus seinen Erzen, oder überhaupt bei jedem metallurgischen Prozesse, nur darauf an, nach chemischen Principien zu handeln, so würden die zum Zwecke führenden Mittel oft weit leichter zu finden seyn, als es der Fall auf Hüttenwerken ist, deren Lage und sonstige Verhältnisse die Wahl solcher Mittel sehr beschränkt. Es lassen sich daher nicht einmal viele allgemein gültige ökonomische Regeln aufstellen, sondern in dieser Hinsicht werden die einzelnen Hüttenwerke meist an ihre eignen speciellen Erfahrungen gewiesen seyn.

Das Verwittern der Eisenerze ist ein sehr einfacher Process, welcher wenig Vorkehrungen nöthig macht. Es kommt bei demselben nur darauf an, dass die nicht zu hoch aufgeschichteten Erze sich an einem Orte befinden, woselbst sie abwechselnd den Sonnenstrahlen und dem Regen ausgesetzt sind. Von Zeit zu Zeit müssen die Erzhaufen gewendet, d. h. Erzstücke, welche zu unterst lagen, nach oben gebracht werden, und umgekehrt. Die Zeit, welche verstreichen muss, bis eine solche Verwitterung durchgreifende Folgen gehabt hat, ist sehr verschieden nach Beschaffenheit der Erze; sehr harte, wie Magneteisenstein, können jahrelang der Witterung ausgesetzt werden, ehe sie eine gewisse Mürbheit erlangen. Eisenglanz verändert sich fast gar nicht, Spatheisenstein, namentlich Sphärosiderit, am leichtesten. Bei solchen harten Erzen wie Eisenglanz und Magneteisenstein, bewirkt das Verwittern aber wenig-

stens die Zersetzung des vielleicht eingesprengten Schwefelkieses. In kürzerer Zeit als 1 Jahr pflegt kein Eisenerz, selbst unter den günstigsten Umständen, verwittert zu seyn.

Das Rosten der Eisenerze geschieht entweder in Haufen, Stadeln oder Oefen. — Bei der Röstung in Haufen wird der geebnete und nicht zu sehr der Feuchtigkeit ausgesetzte Boden zuerst mit einer Schicht von Holzschelten oder großen Steinkohlenstücken bedeckt, auf welches Fundament abwechselnde Lagen von Erzstücken und Brennmaterial gelegt werden. Die größeren Erzstücke bringt man hierbei stets in der Nähe des Fundamentes an, und die kleineren in den oberen Theilen des Haufens, woselbst man auch kleineres Brennmaterial, wie Zweige, Tannenzapfen u. s. w. gebrauchen kann. Das Volum-Verhältniss zwischen Brennmaterial und Erz ist durchaus von dem Hitzgrade abhängig, welchen man, als am zweckmäßigsten für die Beschaffenheit der Erze, hervorzubringen wünscht. Die Größe der Haufen ist willkürlich; bei größeren gebraucht man, wie leicht einzusehen, verhältnissmäßig weniger Brennmaterial als bei kleineren. Nur darf die Höhe derselben ein gewisses Maximum nicht überschreiten, weil die oberen Erzsichten leicht eine zu starke Hitze erhalten, wodurch zusammengesinterte oder gar geschmolzene Massen entstehen können, welche bei der späteren Verschmelzung unfehlbar Eisenverlust nach sich ziehen müssen, indem einmal mit Kieselerde vereinigt Eisenoxydul oder Eisenoxyd fast allen Einwirkungen der reducirenden Gase im Hohofen widersteht. Die Anzündung eines aufgeschichteten Rösthaufens geschieht an seinem Fundamente. Oft ist ein einmaliges Brennen oder Rosten der Erze auf diese Weise nicht ganz hinreichend. Die Rösthaufen werden deshalb auseinander geschaufelt und die nicht gehörig durchrösteten Stücke in einen neuen Haufen gebracht. — Unter Stadeln versteht man Rösthaufen, welche von drei, gewöhnlich den herrschenden Winden am meisten ausgesetzten Seiten mit Mauern eingefasst sind. Der zwischen diesen Mauern liegende Boden pflegt in der Regel mit Steinen gepflastert zu seyn. Das Aufschichten von Erz und Brennmaterial geschieht übrigens hier wie bei der Haufenröstung. Ist dasselbe vollbracht, so wird zuweilen auch die vierte, der Bequemlichkeit wegen bis dahin offene Seite mit einer Mauer aus lose aufeinander gesetzten Steinen geschlossen, in welcher man zugleich am Boden einige Zuglöcher anbringt. Dergleichen Oeffnungen, welche das Zuströmen der nothwendigen Luft möglich machen, können auch in den feststehenden Mauern angebracht werden. Oft pflegt man aber mehrere Stadeln so neben einander zu legen, dass einzelne der Mauern Scheidewände zwischen zwei Rösthaufen bilden. In diesen kann man dann natürlich, wenn das Rosten in mehreren neben einanderliegenden Stadeln zugleich geschieht, keine Zuglöcher anbringen. — Die Oefen, welcher man sich zum Rosten der Eisenerze bedient, sind sehr einfacher Construction; es sind schachtförmige Räume von starkem Mauerwerk umgeben. Die Form dieser Räume, obwohl sie meist alle höher als breit sind, ist sehr verschieden, je nach wirklich vorhandenen Gründen oder der Laune des Baumeisters. Es giebt deren parallelepipedische, cylinderförmige mit sphärischem und ellipsoidischen Horizontal-Durchschnitt, kegel- und eiförmige, und noch andere, welche aus einer Combination solcher Formen bestehen. Welche innere Gestalt diese Oefen nun auch haben mögen, so ist es eine Hauptsache, dass ihre Construction es möglich macht, dass das fertig geröstete Erz an dem unteren Theile des Ofens ausgezo-

gen, und ein frisches Erzquantum ohne Schwierigkeit oben nachgefüllt werden kann. Es müssen sich deshalb an der Sohle der Oefen sogenannte Zieh- oder Ausziehöfnungen befinden, durch welche ersteres von Zeit zu Zeit geschieht. Erleichtert wird diese Operation noch dadurch, wenn die Schachtsohle, von ihrem Mittelpunkte oder einer Mittellinie aus, abschüssig nach den Ziehöffnungen, von denen man am besten zwei anbringt, hinläuft. Das Brennmaterial, Holzkohlen, Steinkohlen, Holz u. s. w., wird entweder schichtweis, mit den Erzen abwechselnd, aufgegeben, oder man bringt besondere Feuerungsräume an, aus denen die Flamme in den Ofen schlägt. Sehr zweckmäfsig sind die schwedischen Röstöfen, welche auch in Norwegen fast allgemein eingeführt sind. Dieselben haben etwa folgende Construction. Der Schachtraum des Ofens hat an seinem untersten Theile die Form eines Cylinders oder die eines Parallelepipedums mit quadratischer Basis, an seinem oberen die eines abgestumpften Kegels, welcher mit der Abstumpfungsfäche nach oben gekehrt ist. Die Höhe des unteren Theiles verhält sich zu der des oberen wie 1 : 2; die absolute Höhe beider zusammen ist gegen 20 Fufs. Unten hat der abgestumpfte Kegel einen Durchmesser von 9 Fufs, oben von  $4\frac{1}{2}$  Fufs. Der ganze Schachtraum ist von einem wenigstens  $2\frac{2}{3}$  Fufs dicken Gemäuer umgeben. An zwei einander gegenüberliegenden Seiten desselben sind Ausziehöfnungen von 2 Fufs Höhe und erforderlicher Breite angebracht, nach welchen hin die Ofensohle sich mit einer Dossirung von  $2\frac{1}{2}$ —3 Zoll pro Fufs abdacht. Damit sowohl die Sohle als auch die Seitenwände der Ziehöffnungen nicht beim Ausziehen des gerösteten Erzes beschädigt werden, sind beide mit starken eisernen Platten belegt. Senkrecht durch die Axe, welche durch beide Ausziehöfnungen gelegt werden kann, läuft eine Feuerungsgasse quer durch den Ofen, welche oben mit mehreren, dicht aneinanderstossenden, massiven Gusseisenstücken (den sogenannten *Griseryg*, Schweinerücken) bedeckt ist, die ein Dach bilden, welches gegen die Ausziehöfnungen hin einschließt. Die Feuergasse liegt, unter dieser Bedachung, zwischen zwei senkrechten Mauern von etwa 10 Zoll Dicke, 4 Fufs Höhe und 10 Zoll Abstand von einander; ihre Höhe, zwischen Rost und Dach, beträgt  $1\frac{1}{2}$  Fufs, ihre Breite beim Roste (also die Breite des Rostes selbst) 1 Fufs, und ihre oberste Breite dicht unter der Bedachung  $1\frac{1}{2}$  Fufs. Der Aschenfall ist  $1\frac{1}{2}$  Fufs hoch. Die Flamme aus dem Feuerkanale schlägt nach zwei entgegengesetzten Richtungen, durch 10 in jeder der beiden Mauern, unmittelbar unter dem gusseisernen Dache, angebrachten Oeffnungen in den Ofen. Letztere sind etwa  $4\frac{1}{2}$  Zoll hoch und 6 Zoll breit, und werden durch cubische Gusseisenstücke, welche zugleich jenes Dach tragen, von einander getrennt. Die Schachtmauern sind an ihrem oberen Ende, wie dies überhaupt bei allen gut eingerichteten Röstöfen der Fall seyn muss, mit einer wenigstens zollstarken, ringförmigen Gusseisenplatte belegt, um der Beschädigung der Mauern beim Anfüllen des Erzes vorzubeugen. — Nicht unerhebliche Vortheile bei der Roheisengewinnung gewährt es, wenn man die Röstöfen oder sonstigen Röstvorrichtungen in gleichem Niveau mit der Gicht der Hohöfen (dem oberen Ende ihres Schachtes) anlegen kann, wodurch man im Stande ist, die eben gerösteten Erze ohne Mühe und kostbare Vorrichtungen sogleich auf den Ofen geben zu können. Hierdurch verhindert man zugleich, dass die Erze nach dem Rösten wieder Feuchtigkeit aufnehmen. Wie schädlich auch in ökonomischer Hinsicht ein hoher Feuchtigkeits-

gehalt der Erze, verbunden mit einer schlechten oder gar keiner Röstung, wirken kann, geht aus Sefström's Untersuchungen <sup>1)</sup> hervor, nach welchen man beim Verschmelzen ungerösteter und 16 Procent Feuchtigkeit haltender Eisensteine wenigstens 5 Procent Kohlen mehr verbraucht, als bei Anwendung trockener und gerösteter Erze. — Unter den drei beschriebenen Röstungsmethoden gebührt der Röstung in Oefen, wenn nicht ganz besondere locale Verhältnisse dagegen sprechen, unleugbar der Vorzug. Dieselbe verlangt weniger Kosten, geringere Arbeitskraft, und liefert doch zugleich ein weit gleichmäßigeres und vollkommeneres Röstproduct. Nach af Uhr <sup>2)</sup> verhält sich das Brennmaterialquantum, welches beim Rösten der Eisensteine in freien Haufen aufgeht, zu dem bei Oefenröstung erforderlichen, wie 17 : 11, und der entsprechende Kostenaufwand, wie 24 : 14. Natürlicher Weise können solche Verhältnisse durch locale Umstände mehr oder weniger modificirt werden. — Welcher Röstungsmethode man sich auch bediene, so sind, aufser einer so viel wie möglich vollständigen Abröstung, besonders folgende zwei Punkte nicht aufser Acht zu lassen: 1) Vermeidung einer zu hohen Temperatur, wodurch Zusammensinterungen, oder gar theilweise Schmelzungen entstehen können, wie schon oben berührt, und 2) dass man nicht verschiedenartige Erzgattungen zu gleicher Zeit in denselben Haufen, Stadeln oder Oefen röstet, sobald solche nämlich in sehr verschiedenem Grade zur Sinterung oder Schmelzung geneigt sind, oder auch sehr verschiedene Mengen schädlicher Bestandtheile enthalten. Im ersteren der (unter 2) angeführten Fälle würde die eine Erzsorte einer zu hohen Röst-Temperatur ausgesetzt werden müssen, wenn die andere in erforderlicher Art abgeröstet werden sollte; im zweiten dieser Fälle würden dagegen die Dämpfe der aus den unreinen Eisensteinen verflüchtigten schädlichen Bestandtheile, eine theilweise Verunreinigung des reineren Erzes bewirken.

Die Zerkleinerung der gerösteten Erze kann entweder durch die Hand des Arbeiters, mittelst des Hammers (Fäustels), oder durch Maschinenkraft bewerkstelligt werden. Das erste Verfahren ist theurer als das zweite, aber man kann demselben einige Vortheile nicht ableugnen, da man, sobald die Erze viele und unregelmässig vertheilte Gebirgsart bei sich führen, zugleich mit dieser Art der Zerkleinerung eine zweckdienliche Scheidung der guten Erzstücke von den vielleicht kaum schmelzwürdigen oder ganz tauben Massen verbinden kann. Auch erhält man beim Zerschlagen, wenn der Arbeiter in dieser Operation einigermaßen geübt ist, weniger allzu kleine Erzstücke oder gar Staub, als es bei Anwendung von Maschinenkraft der Fall zu seyn pflegt. Solche Maschinen bestehen entweder in Poch- oder Walzwerken. Erstere sind die unvollkommensten, da sie, wenn nicht die grösste Vorsicht angewendet wird, die bedeutendste Menge todtegepochtes, d. h. staubförmiges Erz liefern. Walzwerke, wenn sie sonst gut construirt und mit beweglichen Walzen versehen sind, verdienen daher den Vorzug vor den Pochwerken, und, wenn es besonders auf ökonomischen Vortheil ankommt, in vielen Fällen auch vor der Handzerkleinerung. Bewegliche, auf ihrer Zapfenunterlage durch eine gewisse Kraft verschiebbare Walzen sind deswegen vortheilhaft, weil sie bei zu grossen Erzstücken nicht zu sehr angestrengt wer-

<sup>1)</sup> Erdmann's Journal f. techn. u. öcon. Chemie, 1ste Reihe, Bd. 4, S. 314.

<sup>2)</sup> Erdmann's Journal f. techn. u. öcon. Chemie, 1ste Reihe, Bd. 8, S. 306.

den, sondern ausweichen können. Hat man sehr mürbe geröstete Erze, so ist eine solche Einrichtung weniger wesentlich. Die zerkleinerten Erzstücke müssen, wenn sie von vielem Erzstaub begleitet sind, auf ein schräg stehendes Gitterwerk geworfen werden, dessen Eisenstäbe eine solche Entfernung von einander haben, dass die größeren Stücke darüber hinwegrollen, während die zu kleinen und der Erzstaub hindurchfallen. Es ist, wie schon berührt, durchaus nicht vortheilhaft, namentlich aber nicht bei leicht reducirbaren und leicht schmelzbaren Erzen, diese feine Masse in den Hohofen zu bringen. Man thut am besten, sie

Fig. 59.

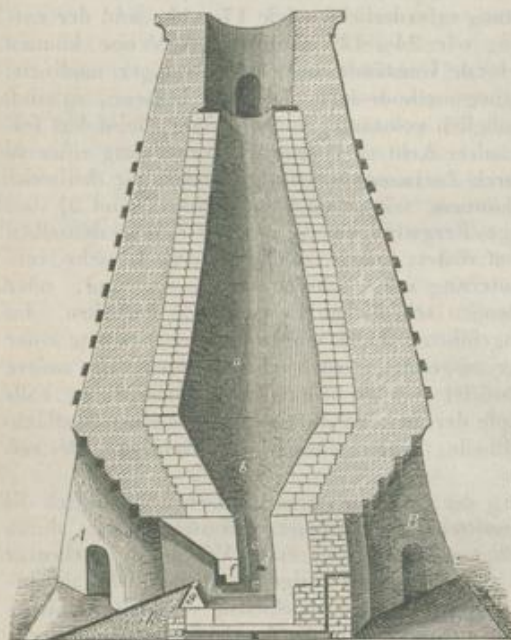
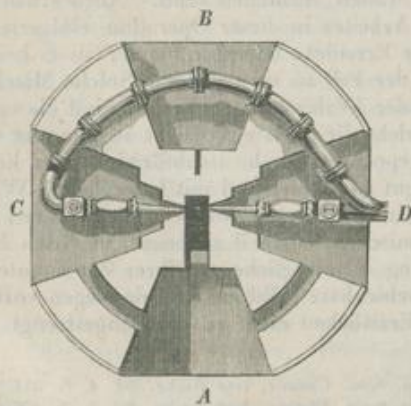


Fig. 60.



mit Wasser und 8—10 Procent Kalk oder Lehm, je nach der Beschaffenheit der Erze hinsichtlich ihrer verschlackbaren Bestandtheile, einzusümpfen, und dann Stücke daraus zu formen, welche getrocknet oder schwach gebrannt werden. Diese sind alsdann zur Verschmelzung geeigneter.

Die reducirende Schmelzung der gerösteten, gattirten und mit den erforderlichen Zuschlägen gemengten Eisenerze wird in Oefen von schon früher skizzirter Construction vorgenommen, welche wegen ihrer, im Verhältniss zu anderen Schmelzöfen, sehr beträchtlichen Höhe, mit den Namen Hohe Oefen, Hochöfen od.

Hohöfen bezeichnet werden. Folgende bildliche Darstellung gewährt eine nähere Einsicht in die verschiedenen Theile, aus denen ein Hohofen zusammengesetzt ist.

Der Schachtraum *a b* (so weit derselbe von der im Bilde angedeuteten doppelten Steineinfassung umgeben wird) zerfällt in 3 Haupttheile, nämlich in den eigentlich so genannten Schacht *a*, in die Rast *b* und in den Kohlensack, d. h. den-



jenigen Raum, welcher zwischen Schacht und Rast, also gerade da liegt, wo der Schachtraum seinen größten Durchmesser besitzt. Im gegenwärtigen Falle reducirt sich also der Kohlensack zu einer mathematischen Ebene; gemeiniglich rechnet man aber noch den bis zu etwa 1 Fuß über und 1 Fuß unter dieser Ebene liegenden Raum dazu. Bei vielen Hohöfen sind die Grenzen des Kohlensackes gegen Schacht und Rast schärfer hervorgehoben, indem sich zwischen beiden kegelförmigen Räumen ein cylindrischer von etwa 2 Fuß Höhe befindet. Die obere Ausmündung des Schachtes, welche meist noch, wie auf der Zeichnung angedeutet, mit einem Schutzgemäuer umgeben, und stets mit einer ringförmigen eisernen Platte belegt ist, heißt die Gicht. Unterhalb der Rast liegt das parallelepipedische Gestell *c*, in welchem die Formen *d*, d. h. die mit Eisen oder Kupfer ausgefütterten Oeffnungen angebracht sind, durch welche die Gebläseluft in den Ofen strömt. In den Formen liegen nämlich die Düsen, conische Metallröhren, welche mit dem Gebläse in Verbindung stehen. Ein Hohofen kann mit nur einer Form, aber auch mit 2 bis 3 derselben versehen seyn. Im zweiten dieser Fälle sind die Formen so angebracht, wie der horizontale Durchschnitt *A C B D* zeigt. Von *D* her strömt der aus dem Gebläse kommende Wind durch eine eiserne Röhrenleitung, welche sich, wenn sie das äußere Ofengemäuer erreicht hat, in zwei Arme theilt, von denen ein Arm direct in die eine Düse, und der zweite Arm auf einem Umwege in die zweite Düse mündet. Man pflegt den Theil des Gestells, welcher über dem Form-Niveau liegt, von dem unter letzterem befindlichen zu unterscheiden; ersterer wird Obergestell, letzterer Untergestell genannt. Dem Untergestelle schließt sich der zum Sammlungsraum für das geschmolzene Roheisen bestimmte Heerd *e* an. Ueber demselben ist ein großer, quer darüber laufender Stein, der Tümpelstein oder Tümpel angebracht, der an seiner vorderen Unterkante dem Tümpelisen (auf der Zeichnung durch ein kleines schwarzes Quadrat angedeutet) Platz lässt, an welches sich eine senkrecht stehende Eisenplatte, das Tümpelblech, lehnt, durch welche zwei Vorrichtungen der Tümpelstein gegen Beschädigungen von vorn her beschützt ist. Der Wallstein *g* schließt den Heerd an seiner vorderen Seite, jedoch nicht völlig, indem ein Spalt zwischen ihm und der einen Seitenmauer (Backe) des Heerdes offen bleibt, der mit Gestübe (Lehm und Kohlenpulver) ausgerammelt, und in welcher Masse der Stich oder das Stichloch, d. h. die Zapföffnung zum Ausfließen für das geschmolzene Roheisen angebracht wird. Derjenige Theil des Heerdes, welcher zwischen dem Wallstein und einer vom Tümpelisen gefällten Senkrechten liegt, wird gewöhnlich unter dem Namen Vorheerd verstanden. *h* ist ein wallförmiger mit einer Eisenplatte belegter Ansatz, der aber nur etwa das eine Drittel des zwischen dem Gemäuer freigelassenen Raumes einnimmt. Man nennt diese Vorrichtung die Schlackenröhr, weil die über das Niveau des Heerdes anwachsenden Schlacken über dieselbe hinwegfließen oder mittelst Werkzeugen auf diesem Wege abgezogen werden. *A* nennt man die Arbeitsseite, weil hier alle Arbeiten des Schlackenziehens, Abzapfens u. s. w. verrichtet werden; *B* ist die Hinter- oder Rückseite und *C, D* sind die Windseiten des Ofens, sobald derselbe nämlich mit 2 Formen versehen ist. Besitzt er dagegen nur eine, so heißt die Seite, auf welcher sich dieselbe befindet die Formseite, und die ihr gegenüberliegende die Windseite. Durch den unteren Theil des kreuzförmigen Gemäuers,

welches die Schachtmauern stützt, laufen gewölbte Gänge, theils zur Bequemlichkeit bei der Passage, theils um die Windleitungsröhren durchzuführen, theils um dem Gemäuer bessere Gelegenheit zum Austrocknen zu geben. — Alle Theile des Ofengemäuers, welche einer starken Hitze ausgesetzt sind, müssen natürlicher Weise von hinreichend feuerfestem Materiale dargestellt seyn. Im Allgemeinen ist dies der Fall bei denjenigen Mauertheilen, welche im Verticaldurchschnitte der obigen Zeichnung nicht schraffirt sind; besonders gilt dies aber von den das Gestell, den Heerd und die Rast zunächst umgebenden Mauern. Der eigentliche Schacht, namentlich zunächst der Gicht, kann von weniger feuerfesten Steinen eingefasst seyn. Gestell und Heerd werden gewöhnlich aus großen, behauenen Sandsteinstücken construiert. Der hierzu angewendete Sandstein darf kein leicht schmelzbares, sondern muss ein, so viel wie möglich, kieseliges Bindemittel haben (s. Sandstein). Die Rast umgiebt man mit kleineren feuerfesten Steinen. Von einem Hohofen, dessen Gestell auf die angegebene Weise aufgemauert ist, sagt man, er habe eine Stein-Zustellung. Es giebt aber auch Oefen mit Massen-Zustellung, nämlich solche, deren Gestell, und zuweilen auch theilweise Rast und Heerd, vermittelt einer feuerfesten, aus grobem Quarzsand und Thon gebildeten Masse hergestellt ist. Letztere Art der Zustellung hat in manchen Gegenden, wo schwer verglasbare Sandsteine schwierig, oder doch nicht ohne bedeutende Kosten zu haben sind, große Vortheile. Das Zustellen eines Ofens mit Masse ist aber eine Arbeit, zu welcher viel Erfahrung und geübte Arbeiter gehören. Nächst der Feuerfestigkeit des inneren Ofengemäuers kommt es bei der Erbauung eines Hohofens auch darauf an, solche Vorrichtungen zu treffen, vermittelt welcher die schnelle und doch keinen Schaden nach sich ziehende Austrocknung der zum Theil sehr dicken Mauern erfolgen kann. Hierzu dienen die Füllung und die Abzöchte. Zwischen dem feuerfesten Gemäuer, welches den Schacht umgiebt, und dem äußeren (in der Zeichnung schraffirten), weniger feuerfesten, dem sogenannten Mantel (im Gegensatz zu den inneren Futter-Mauern), ist nämlich meist ein schmaler mit Sand, Asche, Schlackenstücken oder dergleichen schlechten Wärmeleitern erfüllter Raum, die Füllung, welche einerseits zu große Wärmeentziehung durch die Mauern verhindert, andererseits aber auch der verdunstenden Feuchtigkeit einen bequemen Ausweg verschafft. Die Abzöchte sind leere Kanäle, theils im Mantel, theils auch in anderen Theilen des Ofens angebracht. Unter der eisernen Platte, auf welcher gemeinlich der Bodenstein des Heerdes ruht, befinden sich z. B. ein Paar sogenannte Kreuz-Abzöchte, d. h. zwei sich unter rechten Winkeln schneidende Kanäle. Diese stehen wieder mit einer in der Rückwand des Gestelles angebrachten senkrechten Abzucht in Verbindung, welche durch einen kurzen, horizontalen Kanal in's Freie mündet. Sowohl im Vertical- als Horizontaldurchschnitt findet man dies auf der Zeichnung angedeutet. Zur Vermehrung der Festigkeit des ganzen Ofengemäuers dienen große, aus gutem Stabeisen angefertigte und vermittelt Keile (Schlösser) zusammenziehbare Ringe, von denen sich ebenfalls eine Andeutung im Verticaldurchschnitte befindet.

Von großer Wichtigkeit bei der Construction eines Hohofens sind die Maasverhältnisse, in welchen die verschiedenen inneren Theile desselben zu einander stehen. Es ist leicht begreiflich, dass z. B. ver-

schiedene relative Weiten und Höhen des Gestells, der Rast, des Kohlensackes, Schachtes, Heerdes und der Gicht von Einwirkung auf den Gang des Schmelzens und auf die Beschaffenheit des ausgebrachten Roheisens seyn müssen. In einem hohen, mit weitem Kohlensacke versehenen Schachte haben die Erze einen längeren Weg von der Gicht bis zum Schmelzraume zurückzulegen, werden folglich allmähiger und besser vorbereitet, als in einem niedrigen Schachte mit engem Kohlensacke. Der Winkel, welchen die Rast mit den Wänden des Gestells macht, ist auch keineswegs gleichgültig. Man sieht leicht ein, dass, je steiler die Rast, oder mit anderen Worten, je weniger plötzlich der Uebergang aus der Gestellweite in die Rastweite ist, sowohl Hitze als Verbrennung dicht über dem Gestelle desto größer und lebhafter seyn müssen. Bei einer flachen Rast findet der aus dem Gestelle kommende Feuerstrom sogleich einen größeren Raum, wenn er das Gestell verlässt und in die Rast eintritt; Hitze und Verbrennung, und folglich auch Schmelzung werden daher hier weniger lebhaft. Es ist ferner einleuchtend, dass die Beschaffenheit der Erze und Brennmaterialien von großem Einflusse bei einer solchen Ofenconstruction ist, ja dass letztere fast gänzlich hierauf begründet seyn muss. Leicht reducirbare Erze und leichte (poröse) Kohlen werden niedrigere Schachte und flachere Rasten erfordern, als schwer reducirbare Erze und schwere Kohlen oder Koaks. Auch die Menge der zur Disposition stehenden Gebläseluft darf hierbei nicht unberücksichtigt bleiben, obgleich dieselbe mehr auf die absolute Größe des Ofens, als auf das relative Verhältniss seiner Theile von Einfluss ist. Erfahrung und Theorie haben sowohl für das absolute als relative Maass dieser Theile verschiedene Formeln und Regeln ausfindig gemacht, deren Zuverlässigkeit zwar nicht in allen Fällen gleich groß ist, welche aber doch ein mehr oder weniger gutes Anhalten liefern. Die einzelnen Ofentheile, auf deren genaue Construction es besonders ankommt, sollen in dieser Hinsicht in dem Folgenden durchgegangen werden.

Die kurze Anführung der Formel oder Regel möge hierbei genügen, da die jedesmalige Deduction zu weit führen dürfte.

1) Durchmesser des Kohlensackes. — Bezeichnet man die gewöhnliche absolute Production an Roheisen, welche man mit einem zu errichtenden Hohofen zu schmelzen gedenkt mit  $P$ , das der Beschaffenheit der Erze entsprechende Brennmaterial-Quantum (in Pfunden) für 100 Pfd. Roheisen mit  $K$ , das in jeder Stunde auf 1 □F. des Kohlensack-Durchschnittes verbrauchte Brennmaterial-Quantum mit  $k$ , und endlich den Durchmesser des Kohlensackes selbst mit  $D$ , so ist  $D =$

$$0,136 \sqrt{\frac{P \cdot K}{k}} \text{ Rheinländische Zoll.}$$

Von dieser Formel kann man

jedoch nur Gebrauch machen, wenn man über die Windmenge hinreichend disponiren kann; hat man dagegen nur ein beschränktes Quantum der Gebläseluft, so ist eine andere Formel erforderlich. Nennt man in diesem Falle die ganze pro Minute disponible Luftmenge in □F.  $= L$  und die für 1 □F. Kohlensack-Durchschnitt erforderliche Wind-

Quantität  $= l$ , so ist  $D = 13,6 \sqrt{\frac{L}{l}}$  Rheinländische Zoll. Zum

besseren Verständniss dieser, wie der folgenden Formeln, wird man durch Mehreres des später Angeführten gelangen.

2) Form des Kohlensackes. — Bei Koaks-Hohöfen und bei Hohöfen, welche mit festen Kohlen und schwer reducirbaren Erzen betrieben werden, wendet man gern einen cylindrischen Kohlensack von 2 bis höchstens 4 Fufs Höhe an; bei Oefen, welche leichte Kohlen und leicht reducirbare Erze verschmelzen, ist der Kohlensack meist, wie schon früher erwähnt und in der Zeichnung angedeutet, nur eine mathematische Ebene.

Höhe des Kohlensackes über dem Bodenstein. — Unter Bodenstein versteht man hier die Oberfläche des Steines oder der Masse, welche den Boden des Heerdes bildet. Diese Höhe pflegt  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{2}{7}$  bis  $\frac{1}{3}$  von der ganzen Ofenhöhe (Höhe zwischen Gicht und Bodenstein) zu seyn, je nachdem man leichte Beschickung (leichte Kohlen, leicht reducirbare und leicht schmelzbare Erze) oder schwere Beschickung (das Gegentheil des Angeführten) zu verschmelzen hat.

4) Höhe des Ofens zwischen Gicht und Bodenstein-Oberfläche. — Es giebt Hohöfen, welche nicht viel mehr als 20 Rheind. Fufs innere Höhe haben, dagegen auch andere, die bis gegen 44 und 45 F. hoch sind. Bei Kohlen-Hohöfen liegt die vortheilhafteste Höhe zwischen  $3\frac{1}{2}$ - bis 5mal dem Durchmesser ihres Kohlensackes, bei Koaks-Hohöfen zwischen 3- bis 4mal. Das Minimum der Höhe ist bei leichter und das Maximum bei schwerer Beschickung anzuwenden.

5) Durchmesser der Gicht. — Bei leichter Beschickung kann derselbe gröfser seyn, als bei schwerer; die Grenzen liegen zwischen  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{2}{3}$  vom Kohlensack-Durchmesser.

6) Rastwinkel gegen eine horizontale Ebene gemessen. — Schwere Beschickung erfordert einen Rastwinkel von etwa  $60^\circ$ , zuweilen gar bis zu  $66^\circ$ , mittlere Beschickung, z. B. leichte Koaks und mittelmässig schwer reducirbare Erze, von etwa  $55^\circ$ , und leichte Beschickung von  $35$  bis  $40^\circ$ . Unter  $35^\circ$  darf kein Rastwinkel seyn, weil sonst leicht Unordnungen im Schmelz gange entstehen.

7) Dimensionen des Gestelles. — Höhe des Gestelles:  $\frac{1}{7}$  —  $\frac{1}{8}$  der Ofenhöhe; ersteres für schwere, letzteres für leichte Beschickung. Die Breite des Gestelles ist von der Heerdbreite abhängig, indem erstere am unteren Gestellende gleich der Heerdbreite ist. Oben ist das Gestell stets breiter als unten, und zwar um  $\frac{1}{20}$  —  $\frac{1}{9}$  seiner Höhe, ersteres bei leichter, letzteres bei schwerer Beschickung. Der horizontale Durchschnitt des Gestelles ist quadratisch.

8) Dimension des Heerdes. — Die Capacität des Heerdes ist natürlicher Weise abhängig von der Quantität Roheisen, welche sich in der zwischen zwei Abzapfungen (Abstichen, Ausschlägen) liegenden Zeit ansammeln soll; es wird also blofs darauf ankommen, das Verhältniss zwischen Höhe, Breite und Länge anzugeben. Setzt man die in Cub.-F. ausgedrückte tägliche, zwischen zwei Abzapfungen liegende Production =  $p$ , und die Heerdhöhe =  $h$ , so ist  $h = \sqrt[3]{\frac{p}{18} F}$ ,

ferner die Breite  $b = 1,2 \times h$ , und die Länge  $l = 3,33 \times h$ .

9) Lage der Formen. — Die Formen liegen auf dem Rande des Heerdes. Wendet man nur eine Form an, so muss diese auf demjenigen Seitensteine (Backensteine) des Heerdes liegen, welcher dicht an

den Wallstein stößt, und also das Stichloch nicht zwischen sich und dem Wallsteine hat.

Ferner legt man dieselbe nicht genau in die Mitte zwischen dem Tümpelstein und der Rückseite des Heerdes, sondern letzterer etwas näher, damit ersterer mehr vor der Zerstörung durch Schmelzung geschützt ist. Bei 2 Formen ist deren Lage ebenfalls nicht genau in der Mitte zwischen den genannten Orten, sondern die eine Form wird etwa 4—6 Zoll rechts, und die andere eben so weit links von dieser Mittellinie gelegt. Wollte man beide Formen so anbringen, dass ihre Axen zusammenfielen, so würden natürlicher Weise die aus denselben kommenden Windströme sich gerade begegnen und von einander zurück nach verschiedenen Seiten gegen das Mauerwerk prallen, was keinen guten Schmelzgang hervorbringen könnte. Sollen 3 Formen angewendet werden, so legt man 2 derselben auf die eben beschriebene Weise, und die dritte in die Mitte des hintern Heerdrandes. Die Axen sämtlicher Formen liegen horizontal; nur bei gewissen, später zu erwähnenden Fällen giebt man denselben eine kleine dem Heerde zufallende Neigung. 10) Lage des Tümpelsteins. Bei kleinen Heerden und sehr leichtflüssigen Schlacken kann die untere Seite des Tümpelsteins 2 bis  $2\frac{1}{4}$  Zoll unter dem Form-Niveau liegen. Bei vielen Oefen, besonders bei den größeren Holzkohlen-Hohöfen, liegt derselbe in diesem Niveau selbst, bei den meisten Koaks-Hohöfen dagegen  $1\frac{1}{2}$ —2, ja zuweilen 4 Zoll darüber. Ein Gleiches pflegt der Fall bei Holzkohlen-Hohöfen zu seyn, in denen sehr strengflüssige Erze verschmolzen werden, und in deren Heerde und Gestell daher viele Arbeiten mit der Brechstange nothwendig sind, welche ein niedrig liegender Tümpelstein sehr erschweren würde. Der Abstand des Tümpels vom Wallsteine ist weniger wichtig; für die genannten 3 Fälle pflegt er 1 F.,  $1\frac{1}{3}$  F. und 2 F. zu seyn. Auf die Dicke des Tümpelsteins (in der Richtung zwischen Vorheerd und dem innern Heerd) kommt es dagegen mehr an; bei kleinen Holzkohlen-Hohöfen kann sie 1— $1\frac{1}{3}$  F., bei größeren  $1\frac{3}{4}$ —2 F., und bei Koaks-Hohöfen darf sie nicht unter 2 F. seyn, steigt aber zuweilen bis zu  $2\frac{1}{4}$  F. und wohl noch darüber. 11) Lage des Wallsteins. Der Wallstein hat eine schanzenförmige Gestalt, mit zwei Fußwinkeln von etwa  $60^{\circ}$ . Seine obere Fläche muss ungefähr  $1\frac{1}{2}$ —2 Z. unter dem Form-Niveau liegen, bei sehr zäher Schlacke aber wenigstens gegen 3 Z., um zu verhindern, dass die Schlacke in die Formen steigt. Die obere Fläche des Wallsteins hat gewöhnlich eine kleine Neigung nach vorn zu.

Von der Gattirung der Erze und Wahl der Zuschläge ist schon bei der Theorie der Roheisenerzeugung das Nothwendigste angeführt worden; hier daher nur noch Folgendes. Bei der Gattirung muss man nicht bloß die Schlackenbildung, die möglichst geringe Wirkung der schädlichen Bestandtheile und die Sonderung der Erze mit einem sehr verschiedenen Grade der Reducirbarkeit vor Augen haben, sondern auch der mittlere Eisengehalt des gattirten Haufwerks darf nicht außer Acht gelassen werden. Dass es sich nicht lohnen kann, Eisenerze unter einem gewissen Gehalte zu verschmelzen, ist von selbst klar; die Erfahrung hat aber gezeigt, dass es auch nicht ökonomisch vortheilhaft ist, ein gewisses Maximum dieses Gehaltes zu überschreiten, weil in diesem Falle eine zu geringe Schlackenmenge entsteht und ein verhältnissmäßig großer Eisenverlust die Folge davon ist. Ein Gehalt von 45 bis 50 Procent (die Zuschläge mit in Rechnung gebracht) dürfte dieses Maximum seyn. Das

Minimum ist sehr von lokalen Verhältnissen abhängig. Es giebt Eisenwerke, auf denen man Erze (inclusive Zuschläge, wenn dieselben bei einem so niedrigen Gehalt überhaupt erforderlich sind) mit noch nicht 20 Procent Eisen vortheilhaft verschmelzt, während es sich in anderen Gegenden kaum lohnt, Erze unter 30 Procent zu Gute zu machen. — Hinsichtlich der Zuschläge ist noch zu bemerken, dass man bei einer Erzgattung, welche frei von schädlichen Bestandtheilen ist, und deren begleitende Gebirgsarten eine leichtflüssige Schlacke geben, dennoch der Zuschläge nicht entbehren kann, sobald die gattirten Erze einen zu hohen Eisengehalt haben. Alsdann dienen die Zuschläge dazu, die zum Schutze des Eisens nothwendige Schlackenmenge zu erzeugen, und man wählt in solchem Falle weder Kalk noch Quarz als Zuschlag, sondern ein schon für sich leicht schmelzbares Silicat, wie z. B. derben Granat, Basalt, Grünstein u. s. w. Für das Volum oder Gewicht der Schlacke im Verhältnisse zu dem Volume oder Gewichte des ausgebrachten Roheisens gewisse Regeln aufzustellen, dürfte überflüssig seyn. Hat das Gemenge aus den gattirten, gerösteten Erzen und den Zuschlägen einen richtigen mittleren Eisengehalt, so muss auch die nothwendige Schlackenmenge erzeugt werden.

Was die Art des Brennmaterials betrifft, welche zur Zugutemachung der Eisenerze in Hohöfen am zweckmässigsten ist, so bedarf es, ausser dem bereits in dieser Hinsicht Angeführten, noch der Erwähnung, dass zu schwer reducirbaren und strengflüssigen Erzen am besten Koaks, zu leicht reducirbaren und leicht schmelzbaren Erzen dagegen Holzkohlen anzuwenden sind. Weit besser gelingt es übrigens Erze der erstgenannten Art mit Holzkohlen, als die der letztgenannten mit Koaks zu verschmelzen, besonders wenn die Koaks zu den dichten und schwer verbrennlichen gehören. Da Koaks im Allgemeinen einen stärker gepressten Wind zu ihrer Verbrennung erfordern als Holzkohlen, so erzeugen dieselben eine sehr hohe Temperatur, welche bei leichter Beschickung einen zu schnellen Schmelzgang (lebhaften Gichtenwechsel) und daher ein zu gewissen Zwecken weniger brauchbares Roheisen zur Folge haben kann. Durch eine zweckmäßige Ofenconstruction kann einem solchen Uebelstande einigermaßen vorgebeugt werden. — Die Menge des zur Reduction und Schmelzung nothwendigen Brennmaterials richtet sich begreiflicher Weise 1) nach der Art des Brennmaterials selbst, 2) nach dem Eisengehalt der Erze und 3) nach deren Leichtflüssigkeit (in Beziehung auf die Schlacke) und Reducirbarkeit. Von guten Nadelholzkohlen kann man etwa für jedes Pfund ausgebrachten Roheisens, bei leichtflüssigen und leicht reducirbaren Erzen, einen Aufgang von  $\frac{2}{3}$  bis  $1\frac{1}{3}$  Pfd. rechnen, bei Erzen von mittlerer Beschaffenheit von  $1 - 1\frac{3}{4}$  Pfd., und bei strengen Erzen von  $1\frac{1}{2} - 2\frac{1}{2}$  Pfd. Die Minima dieser Verbrauchsmengen gelten für Erze von niederem, etwa 30procentigem, und die Maxima für solche von hohem, bis zu 50 Procent gehendem Eisengehalte. Für den Verbrauch von Koaks lassen sich noch weniger bestimmte Angaben machen, da die Beschaffenheit dieses Brennmaterials eine zu verschiedene seyn kann. — Ausser dieser, in Bezug auf das ausgebrachte Roheisenquantum, relativen Menge des Brennmaterials, ist es für gewisse Fälle wichtig, auch den absoluten Verbrauch desselben innerhalb einer gewissen Zeit taxiren zu können, ohne dass hierzu Versuche nöthig sind. Vorausgesetzt, dass ein Hohofen das richtige Wind-Maximum (hiervon sogleich ein Näheres) erhält, kann man annehmen, dass in der

Minute für jeden □ Fufs Kohlensack-Durchschnittsfläche etwa 0,28—0,35 Pr. Pfd. Holzkohlen verbraucht werden, je nachdem man eine leichte oder schwere Beschickung verschmelzt; bei Anwendung von Koaks, unter dieser Voraussetzung, dagegen ungefähr 0,27 Pr. Pfd. Brennmaterial. Diese Data dienen zur Berechnung des Kohlensack-Durchmessers eines Hohofens, auf oben angegebene Art <sup>1)</sup>.

Die Menge der innerhalb eines gewissen Zeitraumes erforderlichen Gebläseluft ist, nach le Blanc und Walter's Grundsätzen, nächst vom Brennmaterial, allein von der Querschnittsfläche des Kohlensackes abhängig. Bei einem mit Holzkohlen betriebenen Hohofen beträgt das Wind-Maximum, für jeden Quadratfufs Rheinl. des Kohlensack-Querschnitts, pro Minute 30 bis 37 Cubikfufs Rheinl.; bei Koaks-Hohöfen scheint dieses Maximum dagegen etwas geringer zu seyn, nämlich etwa 26 bis 30 Cubikfufs. Bleibt man, hinsichtlich der Windmenge, zu weit unter diesem Maximum zurück, so wird die relative Production des Hohofens (die Quantität des durch ein gewisses Brennmaterial-Quantum ausgebrachten Roheisens) geringer, und die absolute (innerhalb eines gewissen Zeitraumes bewirkte) Production lässt auch nach; geht man dagegen über dasselbe hinaus, so wird die relative Production ebenfalls geringer, und die absolute wird nicht vermehrt. — Karsten stellt folgende Regeln hinsichtlich des Wind-Quantums auf. Es bedürfen:

Wind pro Minute.

1) Koaks-Hohöfen,	40—50 F. hoch, nie unter	2000 Cub.-Fufs
2) Holzkohlen-Hohöfen,	45 F. hoch, ungefähr	2000 " "
3) " "	35—40 F. hoch, "	1000—1200 " "
4) " "	30 F. hoch, "	800 " "
5) " "	25 F. hoch, "	600 " "
6) " "	unter 25 F. hoch, "	350—450 " "

Hierbei ist zugleich anzunehmen, dass die Höhe der Oefen 1ster Art  $3\frac{1}{2}$ —4, die der Oefen 2ter Art 4, die derselben 3ter Art  $4\frac{1}{2}$ , 4ter Art  $4\frac{1}{4}$ , und 5ter nebst 6ter Art etwa 4mal so groß ist als der Durchmesser des Kohlensackes. Berechnet man hiernach das pro Minute auf 1 □ F. Kohlensack-Querschnitt erforderliche Windquantum, so erhält man in allen diesen Fällen etwa 20 Cub.-F., eine Luftmenge, welche also bedeutend hinter le Blanc und Walter's Vorschrift zurückbleibt. So viel ist jedoch ausgemacht, dass man Hohöfen, namentlich in Deutschland, finden kann, deren Betrieb, sogar bei weniger als 20 Cub.-F. Wind pro Minute, sehr zufriedenstellende Resultate liefert. Ein hierbei bisher wenig beachteter Umstand dürfte darüber vielleicht Aufklärung geben. Es scheint nämlich, dass die Menge des Windes, bis zu einer gewissen Grenze, durch eine vermehrte Pressung desselben ersetzt werden könnte. Man wird stets finden, dass Hohöfen, welche bei einem verhältnissmäßig geringen Windquantum gute Resultate zu Wege bringen, eine stark comprimirt Gebläseluft anwenden. Schon bei der Theorie des Roheisenprocesses ist es auseinandergesetzt worden, dass gleich große aber ungleich gepresste Windquanta zwar gleiche Wärmemengen

<sup>1)</sup> Diese Berechnung, sowie die meisten der Zahlenverhältnisse, welche man bei der Hohofenconstruction, dem Brennmaterial-Verbrauch etc. angegeben findet, sind aus le Blanc und Walter's bekannter Eisenhüttenkunde (Hartmann's Uebersetzung) entlehnt, oder doch auf darin ausgesprochene Principien basirt.

aber nicht gleiche Wärmegrade erzeugen; bei der stärker gepressten Gebläseluft verbrennen nämlich mehr Kohlenpartikel innerhalb eines gegebenen Raumes, als bei der schwächer comprimierten, folglich wird erstere in kürzerer Zeit consumirt, und ihre Verbrennung wird in einer gewissen Höhe des Schachtes schon beendigt seyn, woselbst die schwach gepresste Luft noch nicht vollständig verbrannt seyn würde. Wollte man die Abnahme der Temperatur vom heissesten bis zum kältesten Punkte im Schachte eines Hohofens (also etwa von der Formgegend bis zur Gicht) graphisch durch eine Curve darstellen, indem man die Höhe des Ofens in der Abscissen- und das am heissesten Punkte vorhandene Temperatur-Maximum in der Ordinaten-Axe repräsentirte, so würde man finden, dass diese Curve, bei Anwendung schwachen Windes, einen kleineren Parameter in der Ordinaten-Axe als bei Anwendung starken Windes, in beiden Fällen aber natürlicher Weise, da ja die Höhe des Ofens unverändert bleibt, einen gleichgroßen Parameter in der Abscissen-Axe haben würde. In ersterem Falle würde die Curve also, so zu sagen, einen niedrigen, allmähig ansteigenden, in letzterem dagegen einen höheren zuerst weniger, dann aber schroffer ansteigenden Berg darstellen. Denkt man sich nun in der richtigen Höhe über der Abscissen-Axe, parallel mit dieser oder, was dasselbe sagen will, parallel mit der horizontalen Basis des Berges, eine Linie gezogen, welche den Schmelzpunkt des Roheisens, also etwa  $1500^{\circ}$ — $2600^{\circ}$  C. bezeichnet, so werden die über diesem Niveau hervorragenden Curven- oder Berggipfel ein Bild von der in beiden Fällen für die Schmelzung des Eisens eigentlich nutzbaren Wärmemengen geben, durch deren Vergleichung man sich leicht überzeugt, dass sich der Vortheil sehr evident auf der Seite der stark gepressten Gebläseluft befindet. Zu diesem Resultate gelangt man auf die klarste Weise, wenn man bedenkt, dass, weil gleichgroße Luftmengen gleichgroße Wärmemengen erzeugen, die Flächeninhalte beider Curven gleiche Größe haben müssen, und dass folglich derjenige Flächenraum, welcher der einen Curve unter jener Niveau-Linie abgeht, derselben oberhalb dieser Linie wieder zugelegt seyn muss. Es kommt, wie sich von selbst versteht, weit weniger darauf an, dass die Zone, in welcher eine hohe, z. B. zwischen  $1000^{\circ}$  und  $1500^{\circ}$  C. liegende Temperatur erzeugt wird, eine große Ausdehnung habe, als vielmehr diejenige Zone, in welcher eine Temperatur von  $1500^{\circ}$  bis  $1600^{\circ}$  C. überschritten wird; denn nur bei einem solchen Hitzgrade schmilzt das Roheisen, und es würde begreiflicher Weise keinen Nutzen gewähren, wenn innerhalb des ganzen Schachtraumes, vom Bodenstein bis zur Gicht, eine beinahe den Schmelzpunkt des Roheisens erreichende, aber nirgends darüber hinaus gehende Temperatur herrschte. Bei gleichen Windmengen bringt also offenbar die stärker comprimirt Gebläseluft eine größere absolute Production zu Wege, aber es ist nicht zu leugnen, dass man durch eine vermehrte Menge schwächer gepressten Windes dasselbe Resultat erreichen kann. Mit Beziehung auf die gegebenen Erläuterungen lässt sich nämlich der Satz aufstellen: »Gebläseluft von starker Pressung erzeugt einen kleineren, aber stärker erhitzten, Gebläseluft von schwacher Pressung einen größeren, aber weniger erhitzten Schmelzraum; in dem ersteren geschieht die Schmelzung schneller, in dem letzteren langsamer.« Es scheint also hiernach gleichgültig, welches dieser beiden Mittel man sich bedienen will, um eine gewisse absolute Production zu erzielen. Das ist es aber keinesweges, denn in ökonomischer



Hinsicht findet hierin ein großer Unterschied statt. Bedient man sich einer größeren Menge schwach gepressten Windes, so werden innerhalb eines gegebenen Zeitraumes ohne Zweifel mehr Kohlen verbrannt werden, als wenn man eine kleinere Menge stark gepresster Luft anwendet, da es sich von selbst versteht, dass der absolute Brennmaterialverbrauch in einem Hohofen fast ausschließlich von dem, während eines gewissen Zeitabschnittes, durch den Schachtraum aufsteigenden Luftquantum bedingt werden muss. — Der nothwendige Druck des Windes ist zunächst von der mehr oder minder dichten Beschaffenheit des Brennmaterials abhängig. Walter und le Blanc stellen in dieser Hinsicht folgende Regeln auf:

Brennmaterial.	Druck des Windes auf 1 □ Zoll rheinl.	Entsprechende Höhe einer Queck-silber-säule.
1) Für Kohlen von sehr weichem Holz, wie Pappeln etc. . . . .	$\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Pfd.	$\frac{2}{3}$ —1 Zoll
2) Für Kohlen von Fichten- und Tannenholz . . . . .	$\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Pfd.	1 — $1\frac{1}{2}$ Z.
3) Für Kohlen von hartem Holz . . . . .	$\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{4}$ Pd	$1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ Z.
4) Für leichte Koaks . . . . .	$1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ Pd	3 — 5 Z.
5) Für dichte Koaks . . . . .	$2\frac{1}{2}$ — $3\frac{3}{4}$ Pd	5 — $7\frac{1}{2}$ Z.

Diese Windpressungen sind die richtigen, sobald man sich des von Walter und le Blanc angegebenen Wind-Maximums, von 30 bis 37 Cub.-F. Luft (auf atmosphärischen Druck reducirt) pro Minute, auf jeden Quadratfuß des Kohlensack-Querschnittes, bedient. Aus so eben angegebenen Gründen erhellt es aber, dass es ökonomisch vortheilhafter ist, sich in allen diesen Fällen, wenn lokale Gründe nicht dagegen sprechen, lieber einer stärker comprimirtten Gebläseluft zu bedienen und dafür die Menge des Windes zu vermindern.

Um die gehörige Trockenheit der Ofenwände eines neugebauten oder reparirten Schmelzofens herbeizuführen, darf man nicht zu schnell wirkende Mittel anwenden, weil man sonst ein Reißen der neuen oder reparirten Mauertheile befürchten muss. Ein fertig gebauter neuer Hohofen bedarf einer Zeit von 2 — 3 Wochen, um den gehörigen Grad der Lufttrockenheit zu erlangen, und erst alsdann ist es rathsam, mit der eigentlichen Austrocknung, mittelst Hülfe von Brennmaterial, zu beginnen. Die Austrocknung der äußeren Mauern kann durch kleine Oefen geschehen, welche man so aufmauert, dass einige der im Gemäuer angebrachten Luftkanäle, Abzüchte, hierbei als Schornsteine dienen; die Austrocknung der inneren Ofenwände dagegen geschieht am besten zuerst durch ein vor, später durch ein unter dem Tümpel angebrachtes Feuer, wobei man alle diesem zunächst liegenden Theile der inneren Mauern durch lose aufgesetzte Ziegelsteine vor zu schneller Erwärmung bewahrt. Zu gleicher Zeit werden die Formöffnungen vermauert, damit der heiße Luftstrom nicht hier seinen Ausweg sucht, sondern gezwungen ist, zur Gicht aufzusteigen, welche man zuvor so mit eisernen Platten bedeckt hat, dass nur geringe Oeffnung zum Entweichen der Dämpfe und des Rauches bleiben. Auch dies geschieht der Vorsicht halber, um anfangs zu schnellen Luftzug und zu hastige Austrocknung zu verhüten. Nach

beendigter Austrocknung eines Hohofens folgt nun erst das Abwärmen. Bei der ersteren hat noch kein Theil desselben auch nur eine schwache Glühhitze erhalten; es ist daher nothwendig, dass man die Temperatur allmählig bis zu dem Grade steigere, bei welcher die reducirende Schmelzung der Erze ihren Anfang nehmen kann. Zu dem Ende nimmt man die eisernen Platten von der Gicht, bringt Holzstücke, trockne Zweige und dergleichen leicht entzündbares Brennmaterial in den Heerd, und füllt das Gestell, durch Aufschütten von der Gicht aus, voll Kohlen. Bricht die Flamme durch diese Kohlenschicht, so schüttet man so viel Kohlen nach, dass dieselben etwa das untere Drittel der Rast bedecken. Jetzt wird der Raum zwischen Tümpel und Bodenstein bis auf eine kleine Zugöffnung, zugemauert. Der Wallstein ist, während aller dieser Arbeiten, noch nicht an seinen Platz gelegt worden. Zeigt sich die Flamme abermals über der zuletzt aufgeschütteten Kohlenschicht, so werden 1 Elle hoch Kohlen nachgegeben, und so fort, bis der Schachtraum bis in den Kohlensack mit Brennmaterial gefüllt ist. Ist der Ofen ganz neu, so schüttet man, sobald sich die Flamme wieder blicken lässt, den noch übrig gebliebenen Raum erst bis zur Hälfte, und dann ganz voll; ist derselbe dagegen nur einer Reparation unterworfen gewesen, so kann man den Schacht sogleich füllen. Die verbrannten Kohlen werden von Zeit zu Zeit durch neue ersetzt, welche man in die Gicht schüttet, sobald das Niveau der Kohlen hieselbst ein paar oder einige Fufs gesunken ist. Einen Tag um den andern wird die Heerdvermauerung, welche nur aus Steinen und nassem Sande aufgeführt wurde, weggenommen, man befestigt eine starke Eisenstange in horizontaler Richtung dicht unter dem Tümpelstein, und schiebt andere Eisenstangen zwischen der ersteren und dem Tümpel, so in den Ofen, dass sie eine Art von Rost bilden. Man ist nun im Stande, die im Heerde befindliche Aschenmasse wegzuräumen, ohne dass die noch unverbrannten Kohlen aus dem Schachte nachrollen. Ist die Reinigung geschehen, und dadurch wieder ein besserer Luftzug hergestellt, so wird die Mauer wieder vor den Heerd gesetzt. Das auf diese Art ausgeführte Abwärmen eines neuen Hohofens dauert 4—5 Wochen, das eines mit neuem Kernschachte (Futterschachte) versehenen nur etwa 1—2 Wochen. Anstatt dieser Abwärmethode kann man sich auch einer andern, besonders in Frankreich gebräuchlichen bedienen, welche darin besteht, dass man einen förmlichen Flammofen unter dem Gewölbe der Arbeitsseite aufführt, dessen Fuchs in den Heerd mündet. Die Gicht wird hierbei theilweise bedeckt gehalten. Hat man das mit Hilfe des Flammofens zu erreichende Maximum der Abwärmung hervorgebracht, so wird der Ofen erst zur Hälfte und dann ganz mit Kohlen gefüllt. Diese Methode, obgleich sie nicht minder kostbar ist, als die erstbeschriebene, hat den Vorzug, dass man die Temperatur im Innern des Schachtraumes besser dirigiren kann, und deshalb sollen bei derselben nicht so oft Beschädigungen des Schachtgemäuers durch Sprünge vorkommen. — Nächst der Trockenheit und vollkommenen Abwärmung des Hohofens ist die Trockenheit der angewendeten Gebläseluft eine Sache von Wichtigkeit. Gegen die Wirkung der mitunter sehr feuchten atmosphärischen Luft lässt sich natürlich kein Mittel anwenden, obwohl dieser Einfluss zuweilen sehr gut merkbar ist. Alles was sich in dieser Hinsicht thun lässt, besteht darin, einen sogenannten Wasser-Regulator zu vermeiden (s. Gebläse). Die Trockenheit des Brennmaterials und überhaupt der ganzen Beschickung lässt sich, bei einigermassen guten

Vorkehrungen sehr gut erreichen, die Trockenheit des Brennmaterials jedoch am wenigsten leicht, namentlich die der Holzkohlen. Wenn man dieselben auch in gegen die Witterung beschützten Räumen aufbewahrt, so kann man doch nicht vermeiden, dass die porösen Kohlen binnen kurzer Zeit eine gewisse Menge Feuchtigkeit in sich condensiren. Der gewöhnliche Wassergehalt gut, aber während längerer Zeit aufbewahrter Holzkohlen beträgt in der Regel gegen 16 Procent.

Wie sehr die Temperatur der Gebläseluft auf die absolute Production eines Hohofens von Einfluss ist, kann aus folgender Formel ersehen werden, deren Entwicklung man in dem Artikel Gebläseluft, erwärmte, angegeben findet <sup>1)</sup>. Bezeichnet man die innerhalb einer gewissen Zeit, bei Anwendung eines Windes von 0°, ausgebrachte Menge des Roheisens mit e, und das bei Anwendung einer 9° C. warmen Gebläseluft, unter sonst gleichen Umständen gewonnene Roheisenquantum mit E, so ist:

$$E = \frac{9}{2060} + \left( \frac{1021 + 9}{1021} \right)^3 \cdot e.$$

Für den Fall eines bis zu 300° C. erwärmten Windes ergibt sich hiernach  $E = 2,2 \cdot e$ . Man producirt also vermittelst einer 300° C. warmen Gebläseluft, in gleichen Zeiträumen, mehr als doppelt so viel Roheisen, als bei Anwendung eines Windes von 0°. Da nun die Erhitzung der Gebläseluft nicht kostbar ist, indem sie entweder durch schlechtes Brennmaterial oder sogar durch die Gichtflamme (s. Gichtgase) bewirkt werden kann, so ist es klar, dass man eine so außerordentliche Quelle des ökonomischen Vortheils nicht unbenutzt lassen darf. Ein in dem angegebenen Grade beschleunigter Schmelzgang würde aber, aufser großem Vortheile, auch große Nachtheile haben, indem es klar ist, dass Erze, welche nur halb so lange als andere den vorbereitenden Wirkungen im Schachte des Hohofens ausgesetzt worden sind, ein weniger reines und weniger gekohltes Roheisen liefern müssen. Man bedient sich daher der vortheilhaften Wirkung der erwärmten Gebläseluft stets auf die Weise, dass man das Brennmaterialquantum so lange vermindert, bis die zu schnelle Schmelzung, also die absolute Production, wieder in erforderlichem Grade gehoben ist. Bei Hohöfen, welche nach diesem Principe mit erwärmter Luft betrieben werden, wird man daher hauptsächlich eine große Ersparung am Brennmaterial machen, und weniger nach einer sehr vermehrten absoluten Production streben. Es ist jedoch nicht zu leugnen, dass jedes bei heißem Winde erblasene Roheisen dennoch mehr oder weniger schlechter seyn muss, als solches, unter übrigens gleichen Umständen, durch Anwendung kalter Gebläseluft geschmolzen wurde. Vermindert man nämlich auch wirklich das Brennmaterialquantum so weit, bis die absolute Production wieder ganz dieselbe ist, wie sie bei kaltem Winde war, so wird nun allerdings kein beschleunigter Schmelzgang mehr stattfinden, aber aus der weit geringeren Menge des Brennmaterials kann natürlicher Weise auch nur eine weit geringere Menge reducirender und kohlender Gasarten entwickelt werden. Käme es nur darauf an, Eisen zu schmelzen, so könnte dieser Umstand gleich-

<sup>1)</sup> Ferner in Poggendorff's Ann. Jahrg. 1843. Heft 12 (Th. Scheerer, über das Temperatur-Maximum in einem Hohofen und die Wirkung der erwärmten Gebläseluft). —

gültig seyn; es kommt aber, wenigstens doch in vielen Fällen, leider darauf an, ein bis zu einem gewissen Grade gekohltes und von verunreinigenden Bestandtheilen freies Roheisen zu erzeugen. Ganz besonders wird dies erfordert, wenn das Roheisen später zu Stabeisen oder gar Stahl gebraucht werden soll, weswegen die Anwendung der erwärmten Gebläseluft in diesem Falle vorzugsweise mit Vorsicht zu betreiben ist. Bei den meisten Gusswaaren ist es dagegen weit weniger wichtig, ob das Roheisen eine etwas bessere oder schlechtere Qualität besitzt. —

Nach dieser Aufstellung von Verhaltensregeln, welche in Bezug auf die Construction eines Hohofens, auf die Erzgattirung, Wahl und Menge der Zuschläge und des Brennmaterials, Anwendung der Gebläseluft und hinsichtlich der Vermeidung von Feuchtigkeit bei der Schmelzung zu beobachten sind, bleibt es nur noch übrig, eine Beschreibung von dem praktischen Schmelz gange, dem Hohofenbetriebe selbst zu geben.

Das Abwärmen eines neugebauten oder reparirten Hohofens ist bereits beschrieben worden. Die letzte Operation bei diesem Process bestand darin, dass der Schachtraum bis zur Gicht mit Kohlen gefüllt wurde, während der Heerd immer noch bis auf eine Zugöffnung vermauert, der Wallstein noch nicht eingesetzt und das Gebläse noch nicht im Gange war. Sobald nun das Niveau des Brennmaterials einige wenige Fufs unter die Gichtoberfläche gesunken ist, beginnt man mit dem Aufgeben der Erzgichten, und zwar zuerst mit den sogenannten stillen Gichten. Unter Erzgicht versteht man eine Lage Erz, wie sie in die Gicht des Hohofens geschüttet wird, um beim allmähigen Sinken der Beschickungssäule nach und nach den reducirenden Schmelzprocess zu durchlaufen. Je zwei Erzgichten werden durch eine Schicht Kohlen (Kohlengicht) von einander getrennt. Eine Kohlen- oder Koaksgicht und eine Erzgicht werden stets zu gleicher Zeit aufgegeben, das Brennmaterial in der Regel zu unterst und das Erz oben darauf, um unnützen Verbrand des ersteren zu verhüten. Nur bei schweren Koaks und leicht verstäubenden Erzen macht man es umgekehrt. Stille Gichten nennt man diejenigen, welche ohne Beihülfe des Gebläses, also nur durch die langsamere vom Zug bewirkte Verzehrung des Brennmaterials niedergehen. Sie enthalten natürlicher Weise nur ein sehr geringes Erzquantum, mit welchem man etwas steigt, sobald die erste stille Gicht den Heerd erreicht. Alsdann wird nämlich der Heerd, während der Anbringung jenes sogenannten Rostes, wieder gereinigt, eine 3—4 Z. starke Schicht Kohlenstaub auf den Heerdboden geworfen, Wallstein und Tümpelblech werden eingesetzt und das Gebläse wird angelassen, allein nur etwa mit der halben Pressung. Sobald man die Eisenstangen, welche den Rost bildeten, wieder weggezogen hat und die Beschickungssäule nachgerollt ist, zieht man einen Theil des Brennmaterials in den Vorheerd, wirft einige Schaufeln Kohlenstaub darüber, und bedeckt nun die schon hierdurch geschlossene Oeffnung zwischen Tümpelstein und Wallstein noch mit feuchtem Thon, welcher bald erhärtet und ein besseres Zusammenhalten der Wärme im Heerdraume bewirkt. Auf letzteres kommt sehr viel an, weil sonst das erste flüssige Roheisen, welches in den Heerd gelangt, leicht auf der Sohle desselben erstarrt und zum Anwachsen von festen Eisenmassen Veranlassung giebt, welche oft kaum mit großer Mühe und ohne den Heerd zu beschädigen weggeschafft werden können. Jene Schicht Kohlenstaub, welche auf dem Heerdboden ausgebreitet wurde,

verbindert dann wenigstens das zu feste Ansetzen dieser erstarrten Massen (Sauen). Alle 2—3 Stunden muss der erhärtete Thonbewurf weggeschafft, und vermittelt langer eiserner Stangen im Heerde gearbeitet werden, um Verstopfungen zu verhüten und die meist noch zähe Schlacke aus dem Vorheerde zu schaffen. Bei diesen Arbeiten darf das Gebläse nicht abgestellt werden. Hat sich der Heerd endlich mit flüssiger Schlacke gefüllt, so wird diese durch den Stich abgelassen. Es dauert gewöhnlich 12 bis 16 Stunden nach dem Anlassen des Gebläses, bis sich eine zum Ausschlagen (Abzapfen) hinreichende Quantität Roheisen angesammelt hat. Das zuerst gewonnene Eisen hat natürlich noch nicht die richtige Beschaffenheit, sondern ist in der Regel ein weißes, kohlenstoffarmes Roheisen. Allmählig steigt man nun mit dem Verhältnisse des Erzes zum Brennmaterial und mit der Pressung des Windes, bis der gewünschte normale Gang des Schmelzens erreicht ist. Dieses Steigern „des Satzes“ oder „der Sätze“ erfordert viel Vorsicht und Erfahrung. Zu rasches Steigern kann den Ofen in eine schlimme Unordnung bringen, und zu langsames kostet unnützen Brennmaterial-Aufwand. Wer nicht hinreichende Erfahrung besitzt, thut am klügsten, dem letzten dieser beiden Uebel den Vorzug zu geben. Walter und le Blanc führen in ihrem bereits citirten Werke folgendes, auf Erfahrung begründetes Schema über die allmähliche Steigerung der Sätze an. Die ganze Zeit der Steigerung ist hier in 6 Perioden getheilt.

1ste Periode:	1 Gwthl. Kohlen od. Koaks,	$\frac{1}{6}$ Gwthl. Erz,	$\frac{1}{9}$ Gwthl. Zuschlag
2te Periode:	1 „ „ „ „	$\frac{1}{5}$ „ „	$\frac{3}{25}$ „ „
3te Periode:	1 „ „ „ „	$\frac{1}{4}$ „ „	$\frac{1}{8}$ „ „
4te Periode:	1 „ „ „ „	$\frac{1}{3}$ „ „	$\frac{1}{9}$ „ „
5te Periode:	1 „ „ „ „	$\frac{1}{2}$ „ „	$\frac{1}{6}$ „ „
6te Periode:	1 „ „ „ „	$\frac{2}{3}$ „ „	$\frac{2}{9}$ „ „

In den ersten 3 Perioden supplirt man  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  des Zuschlages durch Hohofenschlacke von früheren Schmelzungen. Von der 3ten Periode an wird dieser Schlacken-zusatz vermindert, und endlich ganz weggelassen. Es kann zuweilen, von dem Beginne der stillen Gichten an gerechnet, 3—4 Wochen dauern, bis man das Ende der 6ten Periode erreicht hat, und nun zu einem Satze schreiten kann, wie er dem normalen Gange des Ofens zukommt. Das angegebene Schema kann begreiflicher Weise mancherlei Abänderungen erleiden, je nachdem locale Umstände hierbei wirksam sind. Dasselbe ist auch wohl kaum aufgestellt worden, um eine genaue Vorschrift, sondern nur um einen Maßstab für die beim Abblasen eines Hohofens nothwendige Vorsicht zu ertheilen. — So veränderlich die Erzgichten bei dieser Steigerung der Sätze ausfallen, so unveränderlich sind die Kohलगichten. Man wählt nämlich, gleich vom Beginne der stillen Gichten an, diejenige Quantität Brennmaterial (Kohlen oder Koaks) zu einer Gicht, welche auch später, beim erreichten normalen Gange des Hohofens, beibehalten werden soll. Die Größe einer solchen constanten Kohlen- oder Koaksgicht ist 1) von der Höhe der Oefen, also auch von ihrer Weite im Kohlensack, 2) von der Beschaffenheit der Erze und 3) von der der Brennmaterialien abhängig. Ein Hohofen, welcher einen großen Kohlensack-Durchmesser besitzt, muss verhältnissmäßig große Kohlen- oder Koaksgichten erhalten, damit dieselben, wenn sie in den weiten Kohlensack gelangen,

nicht zu dünn werden, und die darüberliegende Erzgicht theilweise durchrollen lassen.

Strenge Erze erfordern stärkere Brennmaterial-Gichten als leichte, und von dichten Koaks wendet man, wie es sich von selbst versteht, Gichten von geringerem Volumen an, als von porösen Holzkohlen. Ein ungefähres Anhalten in dieser Hinsicht giebt folgende Zusammenstellung:

Bei Holzkohlen-Hohöfen.	Größe einer Gicht des Brennmaterials.
von etwa 25 Fufs Höhe . . . .	10 — 16 Cubikfufs.
„ „ 30 „ „ . . . .	20 — 40 „
„ „ 40 „ „ . . . .	50 — 70 „
Bei Koaks-Hohöfen.	
von etwa 40 Fufs Höhe . . . .	circa 20 Cubikfufs.
„ „ 45 „ „ . . . .	„ 25 „
„ „ 50 „ „ . . . .	„ 35 „

Sobald das Schmelzen seinen normalen Gang erreicht hat, die Erzgichten also die verlangte GröÙe besitzen, ordnen sich auch die Geschäfte der beim Hohofen angestellten Arbeiter, und zu gewissen Zeiten kehren dieselben Operationen wieder. Die Arbeiter, welche oben auf der Gicht beschäftigt sind, haben für das Aufgeben zu sorgen, d. h. sie müssen so oft eine Brennmaterial-Gicht und eine Erz-Gicht nachfüllen, als durch das Sinken der Beschickung hinreichender Platz für beide entsteht. Die Schmelzer, welche ihren Platz beim Heerde haben, müssen für das Abziehen der Schlacke, für den guten Gang des Gebläses, das Reinhalten der Formen und das Ausschlagen des geschmolzenen Roheisens sorgen. Ein solcher Ausschlag erfolgt gewöhnlich in Zeiten von 8 zu 8, oder von 12 zu 12 Stunden. Bei leicht reducirbaren und zugleich reichen Erzen füllt sich der Heerd natürlich früher mit Eisen als bei schwer reducirbaren und armen Erzen. Ist das erzeugte Roheisen nicht zu Gusswaaren, sondern zur Stabeisen-Fabrication bestimmt, so gieÙt man dasselbe zu sogenannten Gänzen, nämlich halbcylindrischen Stücken von einigen Fufs Länge, etwa 6 Z. Breite und 3 Z. Höhe. Eine gewisse Menge solcher Formen werden in den Formsand des Hüttenbodens dicht neben einander abgedrückt, auf die Art, dass ihre langen Seiten mit einander parallel laufen. Rechtwinklig auf letztere und in geringer Entfernung von den zur Aufnahme der Gänze bestimmten Vertiefungen wird eine bis zum Stiche (Zapfloche) gehende Rinne gezogen und durch kurze Seitenkanäle mit jeder der Vertiefungen in Verbindung gesetzt. Beim Oeffnen des Stiches, was vermittelt eines durch Hammerschläge eingetriebenen Spießes geschieht, fließt das Roheisen in die Rinne und vertheilt sich aus dieser in die verschiedenen Vertiefungen für die Gänze. Vermittelt kleiner, in die Rinne gesteckten eisernen Schaufeln bewirkt man, dass das Eisen eine Ganzgrube nach der andern füllt. Wird der Hohofen nicht auf graues, sondern auf weißes Eisen betrieben, so wendet man häufig gusseiserne Formen für die Gänze an,

die dann eine parallelepipedische, meist plattenförmige Gestalt haben. Während des Ausschlagens wird das Gebläse abgestellt. Sobald alles flüssige Roheisen den Heerd verlassen hat, dringt die Schlacke durch das Stichloch, und sogleich wirft ein Arbeiter einige Schaufeln Sand in die Rinne, um der Schlacke dadurch einen Seitenweg anzuweisen. Während die Schlacke abfließt, pflegt man das Gebläse wieder einige Minuten in Gang zu setzen, theils um durch den Druck des Windes das Ausfließen der Schlacke zu befördern, theils um die Temperatur nicht so weit sinken zu lassen, dass dadurch eine theilweise Erstarrung der Schlacke bewirkt werden könnte. Ist der Heerd endlich leer, so beginnt die Reinigung desselben von allen angesetzten, erhärteten Massen, das Stichloch wird wieder mit Hülfe eines Thonpfropfes verschlossen, das Brennmaterial im Heerde wird möglichst nach vorn gezogen, mit Kohlenklein bedeckt und endlich noch Thon oder Stübbe darüber geworfen, so dass die Oeffnung zwischen Wallstein und Tümpel völlig geschlossen wird. Zuletzt wird das Gebläse angelassen, und das Schmelzen nimmt wieder seinen Anfang.

Während der Hohofen seinen normalen gaaren Gang hat, wiederholen sich die beschriebenen Operationen zu gewissen Zeiten, so lange eine Schmelz-Campagne dauert, d. h. so lange keine Umstände eintreten, welche das Einstellen des Schmelzens, das Ausblasen, nothwendig machen. Einen guten gaaren Gang erkennt man hauptsächlich an folgenden Merkmalen: 1) Die Formen müssen frei von erstarrter Schlacke, der sogenannten Nase, seyn, und so hell und glänzend erscheinen, dass man beim Hineinblicken eine kurze Zeit nichts im Ofen zu unterscheiden vermag. 2) Die Schlacke muss leichtflüssig seyn, etwa die Consistenz geschmolzenen Glases besitzen, sie darf nicht frisch, d. h. dünnflüssig und schnell erstarrend, sondern sie muss saiger, d. h. etwas zähflüssig und langsam erstarrend seyn. Ihre Farbe darf auf keinen bedeutenden Eisengehalt hindeuten, also nicht eine zu dunkle Nüance haben. Ob übrigens die Schlacke lichtbläulich, grünlich, graulich oder gelblich aussieht, darauf kommt wenig an, indem dies von der Beschaffenheit der Erze und Zuschläge abhängig ist. 3) Die Tümpelflamme, d. h. die zwischen dem gefüllten Heerde und dem Tümpel hervorspielende Flamme, ist bei einem gaaren Gange weder groß, noch heftig hervordringend, noch rauchend. Sobald aber Versetzungen im Schachte, der Rast oder im Gestelle entstehen, welche den aufsteigenden Gasarten nicht hinreichenden freien Abzug gestatten, bricht ein mehr oder weniger bedeutender Theil des Windes unter dem Tümpel durch, und erzeugt eine heftige, vergrößerte Flamme. 4) Die Gichtflamme wird desto lebhafter seyn, je weniger es die Tümpelflamme ist. Sie kann einen weissen Dampf entwickeln, darf aber nicht rauchen, wie es bei einer unvollkommenen Verbrennung der Fall ist. Dicht über den Kohlen hat sie eine bläuliche Farbe, welche sich nach oben in eine gelbe verläuft. 5) Der Gichtenwechsel oder, mit anderen Worten, das Aufgeben, muss vollkommen regelmäfsig geschehen; in gleichen Zeiten muss, sobald keine Veränderungen vorgenommen worden sind, die Beschickung um gleiche Höhen unter die Gicht sinken, und zwar stets mit horizontaler Oberfläche, was darauf hindeutet, dass in keinem Theile des Schachtraumes Höhlungen oder Versetzungen eingetreten sind. 6) Die Beschaffenheit des erzeugten Roheisens giebt endlich selbst eins der untrüglichen Merkmale zur Erkennung eines fehlerfreien Gaarganges. In demselben Mo-

mente, als das flüssige Eisen durch den geöffneten Stich ausfließt, kann man schon beurtheilen, ob man ein kohlenstoffreiches graues oder ein kohlenstoffarmes weißes Eisen erzeugt hat. In letzterem Falle sprüht der flüssige Eisenstrahl mehr oder weniger lebhaft Funken und zeigt auf seiner Oberfläche nicht die eigenthümlichen blumenförmigen Zeichnungen, welche, in steter Beweglichkeit, durch einander wogen, und von kleinen ausgeschiedenen Graphittheilen herrühren. Die Eigenschaften, welche das erstarrte gute Roheisen (Gaareisen) haben muss, sind schon früher beschrieben worden (s. Eisen, Eigenschaften). — Der Gaargang kann zuweilen in einen übergaaren Gang ausarten. Bei einer sehr starken Hitze und einem, im Verhältniss zum Kohlen- oder Koaks-Quantum, zu kleinem Erzsätze, löst das Eisen zu viel Kohlenstoff auf, dessen Ueberschuss sich beim Erkalten des ausgeschlagenen Roheisens als Graphit ausscheidet, welcher theils in Blasenräumen des Eisens, ja sogar der Schlacke, theils auf der Eisenoberfläche krystallisirt, und den sogenannten Eisenschaum bildet. Etwas Eisenschaum erzeugt sich bei jedem fehlerfreien Gaargange, ein Uebermaß desselben ist aber zu vermeiden, weil es weder gut ist, das Roheisen zu sehr mit Kohlenstoff zu überladen, noch vortheilhaft, ein unnöthig großes relatives Brennmaterial-Quantum anzuwenden.

Findet das Entgegengesetzte von einem oder mehreren der eben angeführten Kennzeichen des gaaren Ganges statt, so hat man Grund, einen weniger guten oder sogar schlechten Gang, Rohgang, zu vermuthen. Es giebt im Allgemeinen 3 Arten des rohen Ganges, nämlich den kalten, hitzigen und trockenen Gang. Der kalte oder der rohe Gang im engeren Sinne kann die Folge eines zu schwachen Windes, eines zu hohen Erzsatzes im Verhältniss zum Brennmaterial und von zu porösen und leicht zusammendrückbaren Brennmaterialien seyn, oder auch von im Schachtraume vorhandener Feuchtigkeit herrühren. Nicht selten wirkt mehr als eine dieser Ursachen; je mehr derselben aber wirksam sind, desto schwieriger wird sich der kalte Gang in einen gaaren umändern lassen. Sollten sogar hierbei noch, entweder durch fehlerhafte Construction oder durch Ausschmelzung veranlasste, zu weite Gestell- und Rast-Dimensionen hinzukommen, so ist einem solchen Uebelstande oft sehr schwer abzuhelpen. Die Kennzeichen des rohen Ganges sind dunkle und unreine Formen (Nase), dunkelgefärbte Schlacken von sehr zäher und unreiner Beschaffenheit, fehlerhafte Gicht- und Tümpelflamme, unregelmässiger oder doch verzögerter Gichtenwechsel und ein weißes kohlenstoffarmes Roheisen. Sobald sich solche Merkmale zeigen, müssen sogleich zweckmäßige Veränderungen mit der Beschickung vorgenommen werden, und vor allen Dingen muss man einen lebhafteren Gang des Gebläses anordnen. Bei Hohöfen, welche mit erwärmter Luft betrieben werden, tritt ein solcher Rohgang nur sehr selten ein; findet er aber statt, so hat man in einer plötzlich vermehrten Erhitzung des Windes das beste Mittel, um demselben, wenigstens für's Erste, abzuhelpen. Auf schnelle Hülfe kommt aber beim Eintreten des Rohganges sehr viel an, und man darf hierbei sogar keine kostbaren Mittel scheuen, weil ein völliges Versetzen und Einfrieren des Ofens, was die Folge eines zu lange anhaltenden Ganges seyn kann, noch ungleich kostbarer zu stehen kommen würde. — Der heisse Gang findet fast ausschliesslich nur bei sehr leichtflüssiger Beschickung und zu starkem und vielem Winde statt.



Form, Gicht- und Tümpelflamme zeigen sich hierbei fehlerfrei, aber das erzeugte Roheisen ist häufig von schlechter Beschaffenheit. Die Schlacke ist äußerst dünnflüssig und bläht sich, wenn sie mit Wasser begossen wird, zu einer porösen, dem Bimsstein ähnlichen Masse auf, welche einen sehr deutlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelt. Der größte Uebelstand beim Heißgange ist die Beschädigung der Gestellwände. — Der trockene Gang kommt besonders bei reichen und schwer reducirbaren Erzen nebst einer zu geringen und vielleicht sogar noch schwer schmelzbaren Schlackenmasse vor. Es entsteht dadurch viel Eisenverbrauch, indem die Schlacke das geschmolzene Roheisen nicht hinreichend gegen die Einwirkung der Gebläseluft schützt. Die Schlacken sind daher eisenreich; ein Theil des Roheisens verliert so viel von seinem Kohlenstoffgehalt, dass es sich in der Formgegend als stabeisenartige Masse (Frischeisen) festsetzt. Das erzeugte Roheisen ist stets weiß und kohlenstoffarm. Der trockene Gang kann ähnliche schädliche Folgen haben, wie der kalte Gang, nämlich ein Verstopfen und völliges Zusetzen des Ofens. Ersterer ist sogar noch gefährlicher als letzterer, indem man keine so schnell wirkenden Mittel zu seiner Beseitigung anwenden kann. So lange die Frischeisenmassen noch zu keiner bedeutenderen Größe angewachsen sind, als dass sie vermittelst Brechstangen losgebrochen werden können, ist die Gefahr nicht sehr groß, namentlich wenn zugleich zweckmäßige Veränderungen mit der Beschickung vorgenommen werden. Diese Veränderungen bestehen darin, dass man leichtere Erzsätze führt und die Zuschläge vermehrt. Sind letztere nicht leicht schmelzbar genug, so kann man sich mit gutem Erfolge 10 bis 20 Procent (vom Erzsätze) eines Gemenges aus Sand, Frischschlacken oder aus dergleichen die Schlacke verdünnenden Substanzen bedienen. Bei einer vollständigen Verstopfung des Ofens durch große Frischeisenmassen bleibt nichts übrig, als denselben oberhalb des Tümpels aufzubrechen, und diese Massen durch die Oeffnung herauszuschaffen. Obgleich dies eine sehr mühselige Arbeit ist, so erspart sie dennoch viele Zeit und Kosten, wenn der Ofen dadurch im Betriebe erhalten werden kann. Der trockene Gang würde zuweilen nicht so gefährlich werden, wenn er bei seinem Eintreten sogleich erkannt würde. Vielleicht nicht so ganz selten verwechselt man ihn aber anfangs mit dem kalten Gange, oder sucht die Versetzung des Ofens doch wenigstens durch vermehrten und stärker gepressten Wind zu heben, was in diesem Falle begreiflicher Weise gerade den entgegengesetzten Erfolg haben muss. —

Nicht immer ist die Erzeugung eines gaaren grauen Roheisens der Zweck des Hohofenbetriebes, sondern in gewissen Fällen legt man es darauf an, weißes Roheisen zu erhalten, namentlich wenn dasselbe zur Stabeisen-Production vermittelst des Puddel-Processes dienen soll. Zur Erzeugung des weißen Roheisens eignen sich jedoch nur die leicht reducirbaren, reinen Erze, welche auch ohne lange Vorbereitung im Schachtraume ein nicht zu sehr verunreinigtes Eisen geben. Um nämlich weißes Eisen zu produciren, muss eine hohe Temperatur vermieden und Alles darauf angelegt werden, dass die reducirten Erze nicht zu lange der Einwirkung der kohlenden Gasarten ausgesetzt sind. Sind die Erze manganhaltig, wie z. B. viele Spatheisensteine, so entsteht hierdurch eine vermehrte Tendenz des Eisens zum Weißwerden, und man erhält dann sogar häufig Spiegeleisen, oder doch ein demselben

nahe stehendes Product. Die Bedingungen zur Erzielung eines weissen Roheisens lassen sich im Allgemeinen in folgende Vorschriften zusammenfassen. 1) Die Erze müssen leicht reducirbar und, in Bezug auf die Schlacke, leicht schmelzbar, zugleich aber rein und reich seyn. 2) Die zur Erzeugung des weissen Roheisens bestimmten Hohöfen werden niedriger und inwendig weiter gebaut, als die bei Gewinnung des grauen Eisens gebräuchlichen. 3) Man wendet ein möglichst kleines Brennmaterial-Quantum an, und zwar am besten leichte Holzkohlen; Koaks, wenigstens schwer verbrennliche, sind nicht anwendbar. 4) Die Gebläseluft darf weder eine zu starke Pressung haben, noch darf ein so großes Windquantum wie beim grauen Roheisen angewendet werden. Erwärmte Gebläseluft ist nur mit großer Vorsicht zu gebrauchen. — Ein leicht ausführbares, bis jetzt aber wohl kaum irgendwo angewendetes Mittel, um weisses Roheisen zu erzeugen, könnte darin bestehen, eine gewisse Menge Wasserdämpfe in den Hohofen zu leiten. Vom Hüttenmeister Eck auf der Königshütte in Ober-Schlesien sind in dieser Hinsicht sehr interessante Versuche angestellt worden. Derselbe untersuchte die Einwirkung, welche Wasserdämpfe auf den Schmelzgang eines Hohofens haben, wenn sie in gewisser Menge in das Gestell desselben geleitet werden. Zu dem Ende wurde aus einem mit Wasser gefüllten Reservoir eine metallene Röhre bis in die Form, unmittelbar über die Düse, geleitet. Vermittelt eines an dieser Röhre angebrachten Hahnes konnte man das Ausfließen des Wassers beliebig vermehren oder vermindern. Das herabtropfende Wasser wurde natürlich, noch ehe es den Boden der Form erreichte, von dem heißen Winde augenblicklich in Dampf verwandelt und als solcher in den Ofen geführt. An dem Reservoir befand sich eine einfache Vorrichtung, um genau zu bestimmen, wie viel Wasser auf diese Weise in einer gewissen Zeit in den Ofen gekommen war. Herr Eck fand, dass bei einem pro Stunde verbrauchten Wasser-Quantum von  $\frac{1}{2}$  Cub.-F. durchaus keine merkliche Abnahme der Temperatur im Hohofen stattfand, ja dass sich sogar eine etwas (ungefähr um  $6\frac{1}{2}$  Procent) vermehrte absolute Production herausstellte. Sobald man aber jene Wassermenge vermehrte, trat in demselben Grade ein Sinken der Temperatur ein, und bei  $1\frac{1}{2}$  Cub.-F. Wasserverbrauch pro Stunde wurde weisses Roheisen erhalten. Das bei jener geringeren Wassermenge erblasene Roheisen war dagegen völlig grau und besaß eine merkwürdige Eigenschaft. Alle daraus gegossenen Gefäße zeigten nämlich eine bedeutend stärkere Ausdehnung durch die Wärme oder, was dasselbe ist, eine bedeutend größere Zusammenziehung ihres Volumens bei ihrer Erkaltung, als dies bei Gefäßen von gewöhnlichem Gusseisen der Fall zu seyn pflegt. Dies ergab sich durch folgenden Umstand. Als einige hundert Kochgefäße dieser Art inwendig mit Emaille überzogen wurden, saß diese in der Glühhitze vollkommen fest, beim Erkalten sprang sie aber jedesmal wieder ab. Der Grund dieses Phänomens durfte aber nicht in der Emaille selbst gesucht werden, denn es war ganz dieselbe, welche man auf dem schlesischen Hüttenwerke Gleiwitz mit dem besten Erfolge zur Emailirung anwendet, und letztere Procedur wurde mit jenen Kochgefäßen von geübten Arbeitern auf Gleiwitz selbst vorgenommen. Es konnte also nur die ungewöhnlich starke Zusammenziehung des Gusseisens seyn, welche die Emaille zum Abspringen brachte. Die Wirkung, welche die Wasserdämpfe

auf die Beschaffenheit des Eisens ausgeübt hatten, ist jetzt nicht mehr schwer zu erklären, seitdem wir, durch Nordenskjöld's Entdeckung, wissen, dass Wasserdämpfe, wenn man sie auf erhitzte Eisenerze einwirken lässt, fast den sämtlichen Schwefelgehalt der Erze als Schwefelwasserstoff wegführen. Das im Hohofen auf Königshütte bei Anwendung von Wasserdämpfen erzeugte Roheisen musste also ein ungewöhnlich schwefelfreies seyn, und einem solchen kommt wahrscheinlich eine gröfsere Ausdehnung durch die Wärme zu, als einem schwefelhaltigen. Die ungewöhnliche Reinheit dieses Roheisens wurde ferner noch dadurch auf das Genügendste bestätigt, dass das daraus gefrischte Stabeisen von ganz vorzüglicher Qualität ausfiel. Wollte man also die Erfahrung des Herrn Eck benutzen, und weisses Roheisen durch Einströmung von Wasserdämpfen in das Gestell eines Hohofens erzeugen, so könnte man zugleich überzeugt seyn, ein vorzugsweise reines und zur Stabeisen-Fabrication geschicktes Eisen zu erhalten. Uebrigens hätte man noch den nicht unwichtigen Vortheil, mit der gröfsten Leichtigkeit in demselben Ofen und mit Beibehaltung derselben Beschickung, abwechselnd weisses und graues Roheisen produciren zu können, je nachdem es der Bedarf erforderte. Die Quantität des pro Stunde als Dampf angewendeten Wassers müsste hierbei natürlich nach den Dimensionen des Ofens modificirt werden. Der Hohofen auf Königshütte hat eine Capacität von etwa 1800 Cub.-F. Rheinl., und wird mit Koaks betrieben, welche aus ziemlich viel Schwefelkies führenden Steinkohlen dargestellt sind. —

## 2) Stabeisen.

Die Gewinnung des Stabeisens geschieht entweder unmittelbar aus den Erzen, durch die sogenannte Rennarbeit, oder aus dem Roheisen, durch den Frisch-Process. Die Rennarbeit hat den Vorzug vor dem Frischen, dass man dabei den Hohofenprocess ganz umgeht, welche Ersparung aber wieder durch Eisenverlust, Brennmaterialaufwand und durch die Unsicherheit im Ausfallen des Productes mehr als völlig aufgewogen wird. Nur an solchen Orten, wo die Stabeisengewinnung im Kleinen betrieben werden soll, wo man keinen vortheilhaften Absatz für Gusswaaren oder Roheisen hat, oder wo es an hinreichenden Capitalien für die Anlage eines Hohofens mangelt, darf man seine Zuflucht zur Rennarbeit nehmen, wobei noch vorausgesetzt werden muss, dass hinreichend reine Erze dazu vorhanden sind. Dies ist an einigen Orten in Steyermark, Krain, Schweden, Italien u. s. w. zum Theil der Fall, und deswegen wird hier die Rennarbeit auch noch ausgeübt. Ferner gewinnen die Eingeborenen Asiens, Afrika's und Amerika's ihr Eisen durch einen der Rennarbeit sehr verwandten Process. Ueberhaupt bildet diese Arbeit wohl den Uebergang aus der ursprünglichsten, rohesten Art der Eisenerzeugung in die geregelte Fabrications-Methode unserer Tage. Das Wesentliche der Rennarbeit besteht darin, dass man Erze und Kohlen in niedrigen Oefen (Stück-, Wolf- oder Blaseöfen) oder auch in Heerden aufschichtet, durch Anwendung eines Gebläses niederschmelzt, und die dadurch erhaltene theils stahl-, theils roheisenartige Masse (Wolf, Stück) in noch glühendem Zustande sogleich einem Frischprocesse unterwirft. Je nach einigen zum Theil unwesentlichen Modificationen erhält die Rennarbeit in Heerden die Namen des deutschen, französischen oder italienischen

Luppen-Frischens. Mehr über diese, eigentlich nur historisch wichtige Procedur anzuführen, würde hier nicht am rechten Orte seyn.

Der Frisch-Process besteht in einem oxydirenden Einschmelzen des Roheisens, wodurch dessen Kohlengehalt bis zu einem gewissen Grade vermindert wird, und dessen schädliche Beimengungen größtentheils in die Schlacke gehen. Die Oxydation bewirkt man hierbei nicht bloß durch einen zweckmäßig geleiteten Luftstrom, sondern auch durch die Frischschlacke. Letztere ist ein Subsilycat des Eisenoxyduls ( $6 \text{ FeO} \cdot \text{SiO}_3$ ), dessen Kieselerdegehalt theils von der Asche des Brennmaterials, theils von der Oxydation des im Roheisen enthaltenen Siliciums, theils von der Sandkruste, welche die Roheisen-Gänze bedeckt, theils aber auch von dem Sande herrührt, welcher in gewissen Fällen während des Frischens auf das Frischstück geworfen wird. Ist solche Schlacke schon von früheren Frisch-Processen vorhanden, so wird dieselbe als solche zugesetzt, indem sie, wie gleich gezeigt werden soll, ihre oxydirende Eigenschaft nicht verliert. Wenn weißglühendes Gusseisen mit dieser Schlacke in Berührung kommt, so reducirt der Kohlenstoff des ersteren die Hälfte vom Eisenoxydul des Subsilycates; es entsteht also  $3 \text{ FeO} \cdot \text{SiO}_3$  und ein kohlenstoffärmeres Eisen. Dieses Singulosilycat sättigt sich aber nach und nach wieder mit Eisenoxydul zu Subsilycat, und die oxydirende Wirkung beginnt von Neuem. Die Kunst des Arbeiters, welcher das Frischen besorgt, besteht hauptsächlich darin, den Zeitpunkt beurtheilen zu können, wann das Frischstück den richtigen Kohlengehalt besitzt und zum Ausschmieden geeignet ist. Je nachdem man graues oder weißes Roheisen verfrischt, ist die Manipulation des Frischens eine etwas andere. Da graues Roheisen vor seinem Schmelzpunkte nicht erst erweicht, sondern plötzlich flüssig wird, so geht die Entkohlung desselben schwieriger vor sich, als die des weißen, welches vor eintretender Schmelzung erst einen breiartigen Zustand annimmt, und daher sowohl dem Luftströme besser ausgesetzt, als mit der Frischschlacke vielfach in Berührung gebracht werden kann. Aus diesem Grunde unterwirft man das zum Verfrischen bestimmte graue Roheisen auf vielen Hüttenwerken einem vorbereitenden Prozesse, welcher dasselbe entweder nur in weißes Eisen umwandelt, ohne seinen Kohlenstoffgehalt merklich zu vermindern, oder es zu einem weißen und zugleich kohlenstoffärmeren Roheisen macht. Ein solcher vorbereitender Process ist natürlicher Weise auf solchen Hüttenwerken überflüssig, wo schon durch das Hohofenschmelzen ein weißes Eisen gewonnen wird. — In zwei wichtigere Abtheilungen als die eben gedachten, auf der Anwendung von grauem oder weißem Eisen beruhenden, können die Frisch-Methoden hinsichtlich der angewendeten Schmelzvorrichtungen gebracht werden. Entweder geschieht nämlich das Frischen in Heerden unter Mitwirkung eines Gebläses, oder in Flammöfen vermittelst eines durch eine hohe Esse hervorgebrachten Luftzuges. In neuester Zeit hat man auch Flammöfen mit Gebläse vorgerichtet, sobald man sich nämlich der Gichtgase (s. d.) als Brennmaterial bedient. Das Frischen in Heerden (Frischheerden) bildet den Frischprocess im engeren Sinne, das Frischen in Flammöfen (Puddel-Oefen) nennt man Puddeln, nach dem englischen *to puddle*, d. h. umrühren, mengen.

Aus dieser theoretischen Uebersicht des Frisch-Processes wird man ersehen, dass derselbe auf ungleich einfacheren chemischen Prin-

cipien basirt ist als die Roheisengewinnung, und dass es bei demselben hauptsächlich auf die geübte Hand des Arbeiters und auf die zweckmäßige Construction der Maschinen ankommt, deren man sich bedient, um dem gefrischten Eisen die verlangte Form zu ertheilen. Von der praktischen Seite dieses Processes wird daher nur ein verhältnissmäßig kleiner Theil innerhalb der Grenzen der nachfolgenden Beschreibung fallen.

I. Das Frischen in Heerden wird auf verschiedene Weise ausgeführt, je nachdem man dazu weisses, gaarschmelzendes (mittelst eines Niederschmelzens zu Stabeisen werdend) oder graues, rohschmelzendes Eisen (welches zwei und mehrerer Umschmelzungen bedarf) anwendet. Von diesen beiden Arten des Frischens kann jede wieder in zwei Unterabtheilungen gebracht werden, und zwar erstere, indem man darauf Rücksicht nimmt, ob das gaarschmelzende Eisen einer Vorbereitung unterworfen wird oder nicht. Diese Vorbereitung besteht in einer Art von Röstung oder gewissermassen Adoucierung, dem sogenannten Braten, der in Gestalt von Scheiben angewendeten Roheisenstücke, durch welche Operation ein Theil vom Koblenstoffgehalte der letzteren verbrennt. Man nennt den Frisch-Process, welcher sich dieser Vorbereitung bedient, die Bratfrischschmiede. Die andere Methode des Frischens, bei welcher man das gaarschmelzende Roheisen sogleich einschmelzt, und welche man daher mit dem Namen der Einmalschmelzerei zu belegen pflegt, zerfällt, nach verschiedenen zum Theil sehr unwesentlichen Modificationen, wieder in mehrere Unterabtheilungen, namentlich Steyersche und Siegensche Einmalschmelzerei, Wallonenschmiede, Löschfeuerschmiede und Osemundschmiede. Die zwei Unterabtheilungen der Frischarbeiten, welche sich des rohschmelzenden Eisens bedienen, sind darauf begründet, dass das Roheisen entweder in einem oder nacheinander in zwei verschiedenen Heerden behandelt wird. Erstere Art bildet die deutsche Frisch-Methode, letztere wird das Zerrennen genannt. Beide sind, je nach den Localitäten und altherkömmlichen Gewohnheiten, mancherlei unbedeutenden Modificationen unterworfen, und erhalten nach diesen verschiedenartige Benennungen. Zur deutschen Frischarbeit können auf diese Weise gerechnet werden: das Harzer Klumpfrischen, das Harzer Durchbrechfrischen, die Harzer combinirte Methode, die Schwedische But-Schmiede, die Kleinfrischschmiede, Frischschmiede, Suluschmiede, Halbwallonenschmiede, Anlaufschmiede u. s. w. Zum Zerrennen gehörig sind dagegen zu betrachten: das Weich- und Hartzerrennen, das Kartitsch-Frischen und die Süd-Walliser Frischarbeit. — Man geräth durch dieses Chaos curioser, aber nicht viel sagen wollender Namen leicht in Verwirrung. Einen völlig hinreichenden, alle Wesentlichkeiten der verschiedenen Frisch-Methoden hervorhebenden Ueberblick erhält man aber, wenn man nur auf die gegebene Haupt-eintheilung Rücksicht nimmt, welche das folgende Schema noch deutlicher hervorhebt:

#### Frish-Processse in Heerden.

- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1) mit gaarschmelzendem Eisen | 2) mit rohschmelzendem Eisen |
| a) mit Vorbereitung           | a) in einem Heerde           |
| (Bratfrischschmiede)          | (Deutsche Frischarbeit)      |
| b) ohne Vorbereitung          | b) in zwei Heerden           |
| (Einmalschmelzerei).          | (Zerrennen).                 |

Um eine genügende Einsicht in das Wesen dieser Frisch-Processe zu erlangen, ist es kaum erforderlich, dieselben einzeln zu beschreiben, sondern es wird hinreichen, wenn die deutsche Frischarbeit, welche den größten Theil der bei den übrigen Frischarbeiten vorkommenden Manipulationen umfasst, hier allein einer näheren Beschreibung gewürdigt wird. Uebrigens ist die Construction der Frischheerde bei allen diesen Arbeiten fast genau dieselbe.

Die Construction eines Frischheerdes ist sehr einfach. Ein solcher Heerd besteht aus einem parallelepipedischen Mauerwerk, welches wenigstens 6 F. lang, 4 F. breit und 1 F. hoch zu seyn, mitunter aber etwas grössere Dimensionen zu haben pflegt. Von zwei aneinanderstossenden, also einer längeren und einer kürzeren Seite ist dieser Heerd gewöhnlich von zwei Mauern eingefasst, welche sich etwa in Mannshöhe über den Hüttenboden erheben, und an der einen freistehenden Heerdecke befindet sich alsdann ein Pfeiler, welcher nebst jenen Mauern einer 20 bis 40 F. hohen Esse zur Unterstützung dient, die an ihrem unteren Ende die Dimensionen des Heerdes besitzt, sich aber bald verjüngt und in einen gewöhnlichen Schornstein ausläuft. An der einen kürzeren, von einer jener Mauern überragten Heerdseite ist, zunächst dieser Mauer und in geringer Entfernung von der daranstossenden freien Mauerseite, ein parallelepipedischer Raum ausgespart, der Frischraum oder Frischheerd im engeren Sinne. Der Boden und die Seitenwände desselben sind mit eisernen Platten von 2 Zoll Dicke versehen. Eine sechste eiserne Platte, die Vorheerdplatte, liegt horizontal zwischen dem Frischraume und der nächsten freien Heerdseite, und nimmt gewöhnlich die ganze Länge des Heerdes ein. Sie dient den Brechstangen, welche während des Frischens fleissig gehandhabt werden müssen, zu einem festen Unterstützungspunkte. Von den erst erwähnten Platten trägt jede ihren besonderen Namen. Diejenige, welche den Boden des kastenförmigen Raumes bedeckt, heisst Frischboden; die der freien langen Heerd- (Arbeits-) Seite zunächst liegende, an welche sich zugleich die erwähnte Vorheerdplatte schliesst, wird Schlackenacken genannt; die ihr gegenüberliegende: Winterzacken; die dicht an der einen Einfassungs-Mauer aufgestellte heisst: Formzacken, und die letzte, dieser gegenüberstehende: Gichtzacken. Unmittelbar auf dem Hinterzacken ruht häufig noch eine siebente Platte, der Aschenzacken, welche dem Arbeiter, während der Manipulation des Frischens, verschiedene Erleichterungen gewährt. Der Schlackenacken ist mit einer oder mehreren Oeffnungen, zum Ablassen der Schlacke aus dem Heerde, versehen, und von allen 4 den Frischraum umschliessenden Zacken ist derselbe der einzige, welcher vollkommen senkrecht steht. Der Formzacken neigt sich nämlich mit seiner oberen Kante ein wenig dem gegenüberliegenden Gichtzacken zu, letzterer hat eine mit dem ersteren ziemlich parallele Lage, und der Hinterzacken neigt sich, ebenfalls mit seiner oberen Kante, von dem Schlackenacken weg. Unmittelbar auf dem Formzacken ruht die, mit ihrem hinteren, weiteren Ende in die dicht daranliegende Mauer eingemauerte Form, deren plane Bodenfläche senkrecht auf den beiden Hauptflächen des Formzackens steht, wodurch die Form also eine nach der Mitte des Frischraumes zu geneigte Lage erhält. Zugleich ragt das vordere Ende der Form, der Rüssel, einige Zoll über den Formzacken hinaus, während aber die darin befindliche Düse etwa

eben so viele Zoll vom Rüsselmaule zurück liegt. Um den Frischboden vor dem Anschweifen des Frischeisens und der Zerstörung zu bewahren, wird derselbe meist, mittelst eines unter demselben rinnenden Wasserstromes, kühl erhalten. — Was die Dimensionen, sowohl die absoluten als relativen, der verschiedenen wesentlichen Theile eines Frischheerdes anbelangt, so können dieselben begreiflicher Weise von keiner Theorie ausfindig gemacht werden, sondern nur das Resultat langjähriger Erfahrung oder doch alter Gewohnheit seyn. Walter und le Blanc geben in ihrem bereits citirten Werke folgende Tabelle über die in Deutschland und Frankreich in dieser Beziehung meist gebräuchlichen Dimensionen.

	Deutschland. Millimeter.	Frankreich. Millimeter.
Länge des ganzen Heerdes . . . . .	1880 — 2100	2000 — 2300
Breite desselben . . . . .	940 — 1200	1200 — 2000
Höhe desselben . . . . .	320 — 380	280 — 350
Länge des Frischraums (zwischen Schlacken- zacken und Hinterzacken) . . . . .	750 — 840	600 — 700
Breite desselben (zwischen Formzacken und Gichtzacken)		
a) am Boden . . . . .	630 — 680	480 — 550
b) am oberen Ende . . . . .	575 — 630	430 — 490
Tiefe desselben		
a) für graues Eisen . . . . .	180 — 210	190 — 220
b) für halbirtes Eisen . . . . .	210 — 220	230 — 250
c) für weißes Eisen . . . . .	230 — 240	245 — 270
Neigung des Gichtzackens . . . . .	40 — 45	30 — 35
Neigung des Formzackens . . . . .	50 — 60	45 — 65
Neigung des Frischbodens (gegen den Formzacken) <sup>1)</sup> . . . . .	25 — 30	15 — 20
Breite der Form		
a) für weißes Eisen . . . . .	46 —	42 — 45
b) für graues Eisen . . . . .	52 —	45 — 50
Tiefe derselben		
a) für weißes Eisen . . . . .	29 —	27 — 31
b) für graues Eisen . . . . .	33 —	31 — 37
Abstand der Düse von der Formöffnung	65 — 95	70 — 110
Abstand der Form vom Hinterzacken	230 — 250	190 — 220
Vorspringen der Form in den Frisch- raum . . . . .	78 — 92	90 — 100
Neigungswinkel der Form . . . . .	Grade.	Grade.
a) für graues Eisen . . . . .	5	5 — 6
b) für halbirtes Eisen . . . . .	7½	8 — 9
c) für weißes Eisen . . . . .	10	11 — 12

(1 Millimeter = 0,4588 L. Rheinl.)

<sup>1)</sup> Bei vielen Frischheerden ist der Frischboden völlig horizontal.

Die Gestalt der Roheisenstücke, welche zum Frischen angewendet werden sollen, ist nicht ganz gleichgültig; hauptsächlich aber müssen die großen Stücke vermieden werden, weil diese schwierig zum Schmelzen zu bringen sind. Roheisen-Gänze von der bereits erwähnten Form, schmelzen sehr gut ein und können, in demselben Maße wie die Schmelzung geschieht, in's Feuer nachgeschoben werden. Oft sieht man sich doch genöthigt, ganz unregelmäßig geformte Roheisenstücke in den Frischheerd zu bringen, wie z. B. Abfälle vom Gießerei-Betriebe, alte Gusswaren und dergleichen. In diesem Falle sind die größeren Stücke zu zerschlagen, und bei dennoch stattfindender zu ungleicher Größe ist ein Sortiren vorzunehmen.

Zuschläge werden beim Frisch-Process nur selten angewendet, wenn man die während der Arbeit selbst entstehende Frischschlacke nicht hierzu rechnen will. Nur bei phosphorhaltigem und stark schwefelhaltigem Roheisen pflegt man 2 — 10 Proc. Kalk zuzusetzen. Sand wird mit Erfolg angewendet, wenn das beinahe fertig gefrischte Eisen an seiner Oberfläche verbrannt ist, d. h. wenn es sich durch zu starke Einwirkung der Gebläseluft mit einer oxydirten, schwer verschlackbaren Kruste bedeckt hat. Neuerlich sind noch einige andere Zuschläge in Vorschlag gebracht worden, namentlich von Lambert, Schafhäütl und Mushet. Der Erstgenannte empfiehlt ein Gemenge aus 2 Gwthln. Kochsalz und 1 Gwthl. Pottasche; 15 Pfd. dieses Gemenges sollen für 2000 Pfd. Roheisen hinreichend seyn. Der Schafhäütl'sche Zuschlag wird, dem Gewichte nach, aus 120 Thln. Kochsalz, 56 Thln. Braunstein und 20 Thln. Töpferthon zusammengesetzt. Auf  $3\frac{1}{4}$  Ctnr. Roheisen soll man etwa 6 Pfd. dieses Gemenges, in 10 — 12 Dosen, beim Frischen zusetzen. Mushet's Zuschlag, welcher aus 8 bis 10 Proc. reinen Eisenoxydes (Eisenglanz, Rotheisenstein) besteht, hat, außer seiner oxydirenden Eigenschaft, noch den Vortheil, dass er ein vermehrtes Stabeisen-Ausbringen zur Folge hat. Endlich ist auch noch das Einstreuen von Salpeter empfohlen worden; auf  $2\frac{1}{2}$  Ctnr. Roheisen 1 Pfd. rohen Salpeter. Die beiden letztgenannten Zuschläge sollen durch Abgabe von Sauerstoff nicht sowohl oxydirend auf den Kohlengehalt des Roheisens, sondern auch auf die schädlichen Beimengungen desselben wirken; bei den Zuschlägen der erstgenannten Art bezweckt man dagegen eine Chlorentwickelung, welche besonders auf die Entfernung von Phosphor und Schwefel von Einfluss ist. Alle diese Mittel eignen sich jedoch weit weniger zur Anwendung beim Frischen in Heerden, als beim Frischen in Flammenöfen, indem man nur beim Puddeln im Stande ist, den Zuschlag in gehöriger Berührung mit dem eingeschmolzenen Eisen zu bringen, oder auch letzteres so zu zertheilen, dass die Chlordämpfe auf erforderliche Art einwirken können.

Als Brennmaterial wendet man beim Frischen ausschließlich nur Holzkohlen an; alle übrigen Brennmaterialien sind entweder unrein, oder sie erzeugen theils einen zu hohen, theils einen zu niedrigen Hitzgrad. Im Allgemeinen zieht man die Nadelholzkohlen den Laubholzkohlen vor, jedoch können letztere eben so gut angewendet werden, sobald man Sorge trägt, dass die leicht hierbei etwas zu hoch steigende Temperatur auf anderem Wege wieder deprimirt wird. Die zweckmäßigste Größe der Kohlenstücke liegt etwa zwischen der einer Faust und der eines Hühnereies. Zur Erzeugung von 100 Pfd. Preufs.



Stabeisen verbraucht man, nach Karsten, durchschnittlich ungefähr 18 — 19½ Cub.-F. Kohlen von weichem Holze.

Die Menge und Pressung der Gebläseluft wird bei Frischheerden nicht so genau berücksichtigt, wie bei Hohöfen. Es ist ganz der Uebung des Arbeiters überlassen, wie er sich den Gang seines Gebläses stellt. Manometer, zur Bestimmung des Druckes der Gebläseluft, findet man wohl nur äusserst selten an der zu einem Frischheerde führenden Windleitungsröhre angebracht, obwohl dies mitunter nicht ohne Nutzen seyn dürfte. Karsten giebt die Vorschrift, dass während des Einschmelzens des Roheisens 140 — 150 Cub.-F. Luft pro Minute erforderlich sind, wenn das Eisen ein rohschmelzendes, dagegen 160 — 180 Cub.-F., wenn dasselbe ein gaarschmelzendes ist. Bei den späteren Perioden des Frischens werden dagegen im ersten Falle 200 — 210, im anderen 240 — 250 Cub.-F. Wind gebraucht, beim Process des Anlaufens (hiervon später) sogar 400 Cub.-F. Ein sehr stark comprimirter Wind ist beim Frisch-Process weit weniger zu empfehlen, als beim Hohofen-Schmelzen.

Die Temperatur der Gebläseluft ist, wie überhaupt bei jedem mit gepresstem Winde betriebenen Schmelzprocess, auch bei der Frischarbeit von grossem Einflusse. Eine erhitzte Gebläseluft muss stets die Temperatur im Schmelzraume erhöhen und also eine Ersparung an Brennmaterial zur Folge haben. Allein schon beim Hohofen-Betriebe mit heissem Winde ist darauf aufmerksam gemacht worden, dass eine durch Temperaturerhöhung beschleunigte Schmelzung nicht blos ihre guten, sondern auch ihre schlechten Seiten hat. Man will beim Frischen nicht blos Eisen schmelzen, sondern dasselbe soll auch einen gewissen Theil seines Kohlenstoffgehaltes und so viel wie möglich von seinen verunreinigenden Bestandtheilen verlieren. Dazu wird aber nicht Hitze allein, sondern eben so unerlässlich Zeit erfordert. Will man sich also des warmen Windes beim Frischen bedienen, so muss man ein geringeres Windquantum (auf gewöhnliche Temperatur und atmosphärischen Druck reducirt) anwenden, als bei kalter Gebläseluft, damit das Verbrennen der Kohlen dadurch verzögert, die erhöhte Temperatur also wieder deprimirt werde. Nur in dem Falle, wenn der Gang des Frisch-Processes, mit Ausnahme eines geringeren Kohlenverbrauches durch den Einfluss der erwärmten Luft in keiner Weise verändert wird, kann man behaupten, dass sich hierbei nur Vortheil und fast kein Nachtheil herausstellt. Ein solches Resultat ist aber schwierig zu erreichen, und zwar um so schwieriger, je stärker die Gebläseluft erhitzt wird, weil dann der Frisch-Process ungleich leichter aus seinem geregelten Gange kommt. Man pflegt deshalb auch die Luft beim Frischen weit weniger stark als bei der Roheisen-Erzeugung zu erwärmen, und oft gewiss kaum 100° C. zu überschreiten, welchen Wärmegrad des Windes man leicht durch Anbringung eines Lusterwärmungs-Apparates unmittelbar über dem Frischfeuer selbst erlangt. Die Kohlenersparung kann hierbei natürlicher Weise nicht gross seyn. Anstatt das Windquantum zu vermindern, braucht man auch nur Düsen mit grösseren Oeffnungen, als sie bei kalter Luft gebräuchlich sind, anzuwenden, und man wird ein eben so gutes, vielleicht noch besseres Resultat erhalten. Wie nämlich schon früher, beim Hohofen-Process, erläutert wurde, wird durch Verminderung der Pressung der Gebläseluft ebenfalls ein geringerer Hitzgrad erzeugt. Dadurch arbeitet man

also dem schädlichen Einflusse des warmen Windes entgegen. Indem man aber dennoch dieselbe Luftmenge wie früher anwendet, so geschieht der, zur Oxydation des Kohlenstoffs und der schädlichen Beimengungen erforderlichen Sauerstoff-Quantität durchaus kein Abbruch, was der Fall ist, wenn man die Düsen nicht vergrößert und das Windquantum vermindert. Dass die erwärmte Luft in beiden Fällen eine Ersparung an Kohlen zur Folge hat, sobald nur die Arbeiter nicht mehr verbrauchen als nöthig ist, bedarf keiner Erläuterung. —

Soll ein neu errichteter oder ausgebesserter Frischheerd in Betrieb gesetzt werden, so wird der Frischraum erst während längerer Zeit oder mehrere Stunden hindurch mittelst glühender Kohlen abgewärmt, bis die eisernen Platten eine dunkle Glühhitze erlangt haben, worauf man eine Quantität Gaarschlacke (Subsilicat) in den Heerd bringt, und nun, bei schwachem Anlassen des Gebläses, das Einschmelzen des Roheisens beginnt. Wendet man Gänze an, so wird eine solche so auf dem Heerde placirt, dass sie mit ihrem einen, von Kohlen umgebenen Ende über den Gichtzacken in den Frischraum hineinragt, jedoch so, dass dasselbe nicht unmittelbar vom Winde getroffen wird, sondern sich oberhalb des Luftstromes befindet. Das Einschmelzen geschieht nämlich, wie der praktische Ausdruck lautet, »über dem Winde«, und das schmelzende Eisen muss den Wind passiren. Dadurch entgeht man dem Eisenverbrände, welcher entstehen würde, wenn man das Schmelzen im Windstrome selbst vornehmen wollte; und außerdem müsste dann auch das Schmelzen zu plötzlich und rasch erfolgen, als dass die Hauptzwecke des Frischens erreicht werden könnten. In demselben Mafse als die Ganz abschmilzt, wird sie über den Gichtzacken nachgerückt, bis sich eine hinreichende Menge eingeschmolzenes Eisen auf dem Frischboden befindet. Gewöhnlich verfrischt man  $2\frac{1}{2}$ —3 Ctnr. Preufs. Roheisen auf einmal. Wendet man keine Gänze, sondern unregelmäßig geformte Stücke an, so werden diese auf die Kohlen gelegt und mit Kohlen bedeckt; aber auch hier geschieht das Eintragen nach und nach. Dieses erste Niederschmelzen heifst das Roh-Einschmelzen. Während dasselbe geschieht, untersucht der Frischer mittelst eines eisernen Spießes oder einer Brechstange, mehrmals die Beschaffenheit des eingeschmolzenen Eisens. Erkennt er hierdurch, dass dasselbe den Frischboden in völlig flüssigem Zustande bedeckt, so ist Rohgang vorhanden, d. h. das Eisen hat bei seinem ersten Niedergehen nicht Kohlenstoff genug eingebüßt, entweder weil das Roh-Einschmelzen zu rasch vor sich ging, oder weil das Roheisen sehr grau und kohlenstoffreich war. Bemerkt der Frischer hingegen, dass das eingeschmolzene Eisen so steif ist, dass er kaum mit der Brechstange durchdringen kann, so herrscht Gaargang, d. h. das Eisen enthält nur noch wenig Kohlenstoff. Das Mittel zwischen diesen beiden extremen Fällen ist für den guten Gang der Arbeit am vortheilhaftesten; um dasselbe möglichst zu erreichen, muss das Gebläse im ersten Falle in langsameren, im zweiten dagegen in lebhafteren Wechsel gesetzt werden. Mit anderen Worten: sobald man Rohgang merkt, muss das noch nicht eingeschmolzene Eisen um so langsamer zum Schmelzen erhitzt und desto mehr der Oxydation ausgesetzt, im entgegengesetzten Falle aber um so schneller zum Schmelzen gebracht und desto weniger oxydirt werden. Durch diese Mafsregeln schlägt es einem geübten Arbeiter selten fehl, den richtigen Mittelzustand, näm-

lich eine breiartige Beschaffenheit des einmal niedergeschmolzenen Eisens zu erlangen, vorausgesetzt, dass das angewendete Roheisen nicht allzu ungünstige Eigenschaften besaß. Nach dem Roh-Einschmelzen folgt das Roh-Aufbrechen, welches nach der Beschaffenheit des eingeschmolzenen Eisens verschieden ist. Jedenfalls aber wird, nach erfolgtem Ablassen der Schlacken, das Eisen mittelst Brechstangen auf die Heerdfläche gebracht, der Frischraum mit neuen Kohlen gefüllt und zu einem neuen Schmelzen, dem Halbgaar-Einschmelzen, geschritten. War das Eisen noch sehr roh, und hat man es durch einen zuletzt angewendeten schwächeren Gebläsewechsel etwas erstarren lassen, so zertheilt es sich beim Aufbrechen gewöhnlich in viele kleinere Stücke. Indem der Frischer diese aus dem Frischraume hebt, hat er darauf zu sehen, dass er sie in drei Abtheilungen auf die Heerdfläche bringt, dass nämlich die Stücke, welche dem Gichtzacken zunächst lagen, die, welche sich in der Nähe des Formzackens befanden und endlich die, welche den Platz zwischen beiden, also die Mitte zwischen Gicht- und Form-Seite einnahmen, jede dieser Sorten zu einem besonderen Haufen aufgelegt wird. Befand sich das Eisen dagegen schon in einem sehr weit vorgeführten Zustande der Gaare, so bildet es eine fest zusammenhängende Masse, welche als ein einziges Stück aus dem Heerdraume gehoben werden muss. Im vortheilhaftesten Falle, wenn nämlich das Eisen eine halbgaare Beschaffenheit erlangt hat, fällt es dem Frischer nicht schwer, es in drei Stücke zu zertheilen, in ein Gichtstück, Mittelstück und Formstück. Welchen Grad der Gaare oder Rohheit nun das Eisen auch hatte, so ist bei dem Halbgaar-Einschmelzen stets darauf zu sehen, dass die aufgebrochene Masse dergestalt auf den neu eingetragenen Kohlen vertheilt wird, dass jetzt eine umgekehrte Nachbarschaft desselben gegen die vier verschiedenen Zacken stattfindet, als vor dem Aufbrechen. Was also früher zunächst dem Gichtzacken gelegen hat, kommt jetzt bei dem Formzacken, was früher beim Schlackenackern lag, kommt beim Hinterzacken zu liegen. Bildet das aufgebrochene Eisen nur ein Stück, oder auch drei Stücke, so wendet man zugleich deren früher untere Seite nach oben. Während des Niedergehens der auf eine der beschriebenen Arten placirten Eisenmasse, ist die größte Aufmerksamkeit des Frischers erforderlich; namentlich wenn er rohes und vielleicht auch zugleich stark verunreinigtes Eisen zu behandeln hat, befindet er sich in fortwährender Thätigkeit. Jedes einzelne Eisenstück muss dann nach und nach einer starken Oxydation im Winde ausgesetzt, und auch ein Zuschlag von gaarer Frischschlacke (Subsilicat) angewendet werden. Durch diese starke Oxydation erzeugt sich eine bedeutende Menge roher Schlacke (Singulosilicat), welche nicht alle im Heerde bleiben darf, sondern mitunter, nach dem Gutbefinden des Arbeiters, abgelassen wird. Ist das Halbgaar-Einschmelzen beendet, so folgt das Gaar-Aufbrechen und darauf sogleich das letzte oder Gaar-Einschmelzen. Beim Gaar-Aufbrechen bildet das Eisen stets eine zusammenhängende Masse, welche auf die vorgedachte Weise gewendet, aber nicht auf frische, sondern auf die, unter dasselbe herabrollenden glühenden Kohlen gelegt und wo möglich auch mit glühenden Kohlen bedeckt wird. Das Gebläse wird nun in einen lebhaften Gang gesetzt, und die Eisenmasse kommt, indem der Frischer ihr zu schnelles Niedergehen durch öfteres Aufheben mittelst einer Brechstange verhindert, wobei stets

neue Kohlen unter dasselbe rollen, nach und nach in eine starke Weisgluth. Dabei geräth die flüssige Schlacke, welche das Eisen theils bedeckt, theils von demselben umschlossen wird, in eine kochende Bewegung, indem sich die oxydirende Wirkung der Gaarschlacke durch eine solche Temperatur sehr steigert. Schlackentheile und Eisentheile lösen sich von der Hauptmasse los und sinken durch die Zwischenräume der Kohlen auf den Boden des Frischraumes, wo sich endlich die ganze erweichte und zusammengesinterte Stabeisenmasse ansammelt. So wie dies geschehen ist, wird das Gebläse abgestellt, alle Kohlen aus dem Frischraume entfernt und das gaare Frischstück, die Luppe oder der Deul, unter einen 3 — 4 Ctr. schweren, durch Wasserkraft in Bewegung gesetzten Hammer gebracht, und hier zu einem parallelepipedischen Stücke ausgeschmiedet, welches zuletzt in drei, vier oder mehrere Theile, Schirbel genannt, getheilt wird. Diese Schirbel werden bei dem folgenden Frischen auf die Kohlen des Frischraumes gelegt und, während ein neues Eisenquantum eingeschmolzen und verfrischt wird, zum weiteren Ausschmieden aufgewärmt. — Der Eisenabgang beim Frischen richtet sich nach der Beschaffenheit des verfrischten Roheisens und nach der Geschicklichkeit des Arbeiters. Sehr unreines, bedeutend durch Schwefel oder Phosphor verunreinigtes Roheisen muss, nach dem Roh-Einschmelzen, mehr als zweimal aufgebrochen und überhaupt einer verzögerten aber oxydirenden Behandlung im Feuer ausgesetzt werden, weshalb es auch einen bedeutenden Abgang erleidet, der bis auf 30 und sogar 40 Proc. steigen kann. Gewöhnliches gutartiges Roheisen verliert etwa 25 bis höchstens 28 Proc., der Abgang beim Ausschmieden zu dünnen Stangen mit einberechnet; dagegen nur 22 bis 23 Proc., sobald es zu Stangen von größeren Dimensionen ausgeheckt wird. In der Regel verpflichtet man die Arbeiter, von 7 Centnern Roheisen 5 Centner Stabeisen zu liefern, und macht denselben bei einer geringeren Ausbeute Abzüge am Lohne, während ihnen jedes höhere Ausbringen vergütigt wird. — In neuester Zeit hat man angefangen, die Frischheerde mit einem Flammofen in Verbindung zu setzen, welcher theils zum Vorwärmen des zum Frischen bestimmten Roheisens, theils zum Erhitzen der Schirbel benutzt werden kann. Die Flamme des Frischfeuers wird hierbei unmittelbar über den Heerd des dicht dabei befindlichen Flammofens geleitet. In Bezug auf den Brennmaterial-Aufgang beim Frischen selbst erreicht man hierdurch natürlicher Weise keine Ersparung, allein die Schirbel erhalten eine bessere Schweifshitze. Dagegen entsteht der Nachtheil, dass der Arbeiter einen, für die freie Ausübung mancher beim Frischen erforderlichen Manipulationen beschränkten Raum erhält. —

II. Das Frischen in Flammöfen oder Puddeln. — Hierzu kann sowohl weißes als graues Roheisen angewendet werden. Bedient man sich des letzteren, so wird der Process, aus leicht begreiflichen Gründen, sowohl schwieriger als zeitraubender. Das zum Puddeln angewendete weiße Roheisen wird entweder als solches gleich vom Hochofen erhalten, oder man gewinnt es aus dem grauen Roheisen durch das Fein- oder Raffinir-Schmelzen in Fein- oder Raffinir-Heerden. Ein solcher Heerd besteht in einem kastenförmigen Raume, dessen Seitenwände vier hohle parallelepipedische Eisenstücke (eigentlich vier oben geschlossene Tröge) bilden, durch deren Höhlung, während des Processes, beständig Wasser circulirt, um dieselben gegen Schmelzung

zu schützen. Der Boden dieses Kastens wird durch eine  $3 - 4\frac{1}{2}$  Z. dicke Schicht von entweder reinem Kalkstein oder gröblich gepulvertem Quarz gebildet, welche Masse man auf das darunter liegende, feuerfeste Gemäuer feststampft. Auf zwei der längeren und einer der kürzeren eisernen Seitenwände sind Mauern aufgeführt, welche, ähnlich wie es bei einem Frischheerde der Fall ist, einen Rauchmantel tragen, der sich allmählig in einen Schornstein verläuft. Die beiden längeren Mauern sind an ihrer inwendigen, dem Heerde zugekehrten Seite mit eisernen Platten bekleidet. Wo letztere die hohlen Eisenstücke des eigentlichen Heerdkastens berühren, sind in jeder der Mauern 2 oder 3 halbcirculäre Oeffnungen angebracht, welche durch die Beleg-Platten fortsetzen und zur Einsetzung ebenso vieler Formen dienen. Je nachdem ein Raffinirheerd auf diese Weise 4 oder 6 Formen (nämlich 2 oder 3 auf jeder langen Seite) besitzt, sind seine Dimensionen verschieden. Im ersten Falle pflegt der kastenförmige Raum im Lichten 2 F. 5 Z. — 2 F. 8 Z. breit und 3 F. 10 Z. — 4 F. 2 Z. lang zu seyn; im anderen dagegen 2 F. 10 Z. — 3 F. 2 Z. breit und 4 F. — 4 F. 6 Z. lang. Die Tiefe richtet sich mehr nach der Beschaffenheit des zu raffinirenden Eisens, als nach der Anzahl der Formen und der damit in Verbindung stehenden Länge und Breite des Heerdes. Je schwieriger das graue Roheisen, welches gefeint werden soll, in weißes umzuändern ist, desto tiefer muss der Heerd seyn. Man hat daher Heerde mit 4 oder 6 Formen, welche  $7\frac{1}{2}$  oder  $8\frac{1}{2}$  Z., und andere, welche bis zu  $10\frac{1}{2}$  oder  $11\frac{1}{2}$  Z. tief sind. Der Fein-Process ist nichts weiter als eine oxydirende Umschmelzung. Die Oxydation wird hauptsächlich durch die große Menge der Gebläseluft bewerkstelligt. Auf jede Form rechnet man etwa pro Minute 150 — 180 Cub.-F. Wind für reines und nicht schwer zu weißendes, und 220 — 240 Cub.-F. für unreineres, schwer zu raffinirendes Roheisen. Die Pressung des Windes beträgt 4 — 5 Z. Quecksilber. Als Brennmaterial benutzt man am zweckmäßigsten reine und nicht zu leicht verbrennliche Koaks. Dieselben werden, schichtenweise mit den Roheisengängen abwechselnd, bis über 8 Z. über die Formen geschüttet. Auf den Heerdboden hat man zuvor eine Lage Schlacke vom vorigen Schmelzen gelegt, und über die abwechselnden Brennmaterial- und Roheisen-Schichten werden zuletzt noch Koaks gestürzt. War der Heerd neu, so musste er natürlich zuvor abgewärmt werden, was durch glühende, auf den Heerdboden geworfene Kohlen und bis  $7\frac{1}{2}$  bis  $9\frac{1}{2}$  Z. über die Formen geschüttete Koaks geschah, indem man zugleich das Gebläse in schwachen Gang setzte; war derselbe dagegen so eben erst in Gebrauch gewesen, so ist keine Vorbereitung der Art erforderlich. Das Einschmelzen geschieht sehr schnell. Einige und zwanzig bis einige und dreißig Centner Roheisen sind mitunter schon in  $\frac{1}{2}$  Stunde eingeschmolzen. Hierauf bleibt die flüssige Masse noch etwa  $\frac{1}{4}$  Stunde im Heerde stehen, während welcher Zeit sie einigemal gut durchgerührt werden muss, und alsdann sticht man sie in feuchten Sand oder in gusseiserne Formen ab, um daraus gegossene Platten von etwa 2 Z. Dicke zu erhalten. — Es giebt Eisenwerke, auf denen, in einer 12stündigen Schicht, 10 solcher Fein-Processen nach einander in demselben Heerde vorgenommen werden; auf anderen Hüttenwerken wird diese Arbeit, mancherlei hindernder Ursachen wegen, bedeutend langsamer betrieben. Eine fast gleich große Verschiedenheit findet auch hinsichtlich des Eisen-Abganges und Koaks-Verbrauches Statt. Ersterer

kann zuweilen kaum 10 Proc. erreichen, zuweilen aber auch 15 Proc. übersteigen; letzterer ist bei sehr lebhaft betriebenen kurzen Schmelzungen kaum mehr als 30 Proc., kann aber im entgegengesetzten Falle leicht bis zu 60 Proc. vom Gewichte des erblasenen Feineisens anwachsen.

Zur Construction eines Puddelofens geben Walter und le Blanc <sup>1)</sup> folgende Data. (Hinsichtlich der Einrichtung eines Flammofens im Allgemeinen s. Flammofen.) 1) Bei Anwendung von Steinkohlen als Brennmaterial. Die Tiefe des Rostes unter dem Heerde beträgt für fette Backkohlen  $9\frac{1}{2}$  —  $10\frac{1}{2}$  Z., für magere Sinterkohlen  $7\frac{2}{3}$  —  $8\frac{1}{3}$  Z. Die Höhe der Feuerbrücke in den genannten Fällen 19 — 21 Z. und 16 — 17 Z. Die Gröfse des Rostes als Maximum 4 F. 3 Z. lang und 3 F. 2 Z. breit, als Minimum 3 F. lang und  $2\frac{1}{3}$  F. breit. Die Höhe der Flammenöffnung, zwischen Feuerbrücke und Wölbung, bei Anwendung guter Backkohlen  $15\frac{1}{4}$  Z., Sinterkohlen 1 F. Von der über der Feuerbrücke gelegenen Stelle zieht sich die Wölbung allmählig niederwärts. Höhe des Fuchses 8 — 13 Z. Die Heerd-Dimensionen ergeben sich aus der folgenden Zusammen-  
setzung:

	für grofse Oefen. Mètres.	für mittlere Oefen. Mètres.	für kleine Oefen. Mètres.
Länge . . . . .	2,00—2,30	1,80—2,00	1,55—1,75
Gröfste Breite . . . . .	1,50—1,62	1,20—1,30	1,15—1,25
Breite bei der Feuerbrücke . . . . .	1,00—1,10	0,90—0,95	0,80—0,90
Breite beim Fuchse . . . . .	0,60—0,65	0,60—0,65	0,60—0,65

Das Verhältniss der Rostfläche zur Heerdfläche kann etwa von 3 : 1 angenommen werden. Der Querschnitt des Schornsteins  $\frac{1}{3}$  —  $\frac{1}{7}$  von der Fläche des Rostes. Essen von  $15\frac{1}{4}$  bis  $16\frac{1}{2}$  Z. im Quadrat sind gewöhnlich. — 2) Bei Anwendung von Holz als Brennmaterial erleidet die angegebene Construction folgende Abänderungen. Der Rost muss eine etwa  $1\frac{1}{2}$ mal so grofse Fläche erhalten, während die Dimensionen des Heerdes dieselben bleiben. Die Wölbung darf nicht über 13 — 15 Z. vom Heerde abstehen. Die Höhe des Fuchses beträgt 6 —  $6\frac{1}{2}$  Z. Die Höhe der Feuerbrücke über dem Heerde kann 4 —  $4\frac{3}{4}$  Z. seyn. — Die Essenhöhe ist bei den meisten Puddelöfen, sowohl bei den mit Steinkohlen, als den mit Holz betriebenen etwa 30 — 40 F. An der oberen Mündung der Esse befindet sich eine Klappe, welche von dem beim Ofen beschäftigten Arbeiter, vermittelst eines angebrachten Zuges, beliebig geöffnet oder verschlossen werden kann. Der Heerd der Puddelöfen liegt auf keinem untergebauten Steingewölbe, sondern auf einer oder mehreren gusseisernen Platten, welche durch eiserne Querbalken getragen werden, die in der eisernen Bekleidung des Ofens befestigt sind. Diese Bekleidung besteht ebenfalls in Platten, welche auf mancherlei Art zu-

<sup>1)</sup> Die Hartmann'sche Uebersetzung des citirten Werkes Bd. II. S. 75.

sammengefügt seyn können, und dazu dienen, das verhältnissmäfsig sehr dünne und schwache, auf der Heerdplatte ruhende Gemäuer zusammenzuhalten. In der einen langen Seite des Ofens, oberhalb der Heerdfläche befindet sich die durch eine eiserne Hängethür verschließbare Arbeitsöffnung. Die Feuerbrücke wird häufig durch einen hohlen gusseisernen Balken gebildet, welcher mittelst durchfließenden Wassers abgekühlt werden kann. Ein ähnlicher Balken läuft, parallel mit jenem und dicht beim Fuchse, quer über die Heerdplatte. Zwischen beiden Erhöhungen und unmittelbar über der Heerdplatte befindet sich der eigentliche Heerd, dessen Masse und Construction verschieden seyn kann. Der eben erwähnte eiserne Balken, den man die Fuchsbrücke, zum Unterschiede der Feuerbrücke, nennen kann, ist nicht bei allen Puddelöfen vorhanden, sondern hauptsächlich nur bei denjenigen, in welchen man graues, also völlig flüssig werdendes Roheisen verpuddelt. Der Heerd wird entweder aus Quarzsand oder sehr gaarer und schwerfließender, beim Puddel-Process fallender Schlacke hergestellt; er ist entweder fast horizontal, nur mit einer geringen Neigung nach dem unter der Arbeitsöffnung befindlichen Schlackenloche, oder concav, seine geringste Dicke über der Mitte der Heerdplatte habend. Sandheerde sind fast stets plan. Reiner und gepochter Quarz wird zu einer Dicke von 6—8 Z. sehr fest auf die Heerdplatte gestampft und  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  Z. hoch mit gepulverter Schlacke bedeckt, welche festgeschmolzen und mittelst einer glühenden eisernen Stange ausgeebnet wird. Schlackenheerde werden durch Aufschütten einer etwa 3—4 Z. hohen Schicht gröblich gepulverter Schlacke auf die Heerdplatte hergestellt. Zu oberst wird diese Schicht gewöhnlich mit Schlackenpulver von feinerem Korne bedeckt, welches beim Aufwärmen des Ofens einen verglasten Ueberzug bildet, den man ausebnet <sup>1)</sup>. Hat der Heerd eine zum Puddeln hinreichend hohe Temperatur angenommen, so ist die ganze Schlackenschicht gewöhnlich bis zu einer Dicke von  $2\frac{1}{4}$ — $2\frac{3}{4}$  Z. zusammengesunken. Eisenheerde nennt man diejenigen Schlackenheerde, bei denen die aufgetragene Schlackenschicht nur etwa  $1\frac{1}{2}$ —2 Z. Dicke besitzt und, bei eintretender hoher Temperatur, zu nicht viel über 1 Z. zusammensinkt. Bei concaven Heerden gelten die angegebenen Dimensionen für die Heerdmitte, also für den schwächsten Theil des Heerdes. Von dieser Stelle aus steigt der Heerd nach allen Seiten an, liegt aber mit seinen äußersten Punkten in der Regel nicht mehr als 2—3 Z. über der Heerdmitte. Jede dieser drei verschiedenen Heerden, Sand-, Schlacken- und Eisenheerde, gewährt ihre eigenthümlichen Vortheile, welche aber wieder mit gewissen Nachtheilen verbunden sind. Sandheerde sollen einen guten Einfluss auf die Qualität des ausgebrachten Eisens haben, aber einen erhöhten Eisenabgang von 3—4 Proc. verursachen. Auf Schlackenheerden wird das Eisen leichter zum Frischen gebracht, erhält aber, wie einige Praktiker behaupten, keinen so hohen Grad der Reinheit. Eisenheerde endlich gewähren dem Arbeiter große Bequemlichkeit bei seinen Arbeiten im Ofen, indem die Brechstangen sehr leicht über den Heerd gleiten; aber das Eisen wird nicht so rein wie auf Sandheerden und

<sup>1)</sup> Einen vorzüglichen Ueberzug dieser Art erhält man durch Bestreuen des Schlackenheerdes mit einer 3— $4\frac{1}{2}$  Linien dicken Schicht Hammerschlag (Schmiedesinter oder Walzsinter) und darauf folgender Festschmelzung desselben.

frisch nicht ganz so leicht wie auf Schlackenheerden. Der größte Uebelstand bei Eisenheerden ist jedoch die baldige Zerstörung der Heerdplatte. Man pflegt deshalb auch das mittelste, der Zerstörung am meisten ausgesetzte Stück derselben zum Auswechseln zu machen. Auf einigen Eisenwerken hat man versucht, auf Heerden aus gebranntem und festgestampftem Kalke zu puddeln, welche zur Verbesserung des Eisens beitragen, aber die Ofenmauern stark angriffen. Auch Versuche mit Heerden aus feuerfestem Thone hat man angestellt; sie gaben aber kein günstiges Resultat, weil die Heerde leicht zerstört wurden. Von allen genannten Heerdarten halten Schlackenheerde am längsten und sind daher auch am allgemeinsten eingeführt. Nur bei sehr unreinem Eisen, welches eine stark verunreinigte Gaarschlacke liefert, kann es misslich seyn, diese Schlacke als Heerdmaterial zu gebrauchen.

Die Gestalt der Roheisenstücke, welche verpuddelt werden sollen, ist ziemlich gleichgültig; nur ist es nicht rathsam, Stücke von zu bedeutender oder zu ungleicher Gröfse anzuwenden. Im ersteren Falle wird der Process unnöthig verzögert, im zweiten aber sind die kleineren Stücke schon erweicht, während die gröfseren noch fest sind. Man wendet sowohl halbcylindrische wie auch plattenförmige Gänze an.

Die Zuschläge beim Puddeln sind von derselben Art, wie die beim Frischen gebräuchlichen; alle thun aber bei ersterer Arbeit weit bessere Wirkung als bei letzterer. Der während des Puddelns eintretende erweichte Zustand des Eisens und die ungleich bequemere Manipulation machen es möglich, die Zuschläge gewissermaßen in die Eisenmasse einzukneten, und daher die gute Wirkung derselben bedeutend zu befördern.

Das am häufigsten zum Puddeln angewendete Brennmaterial ist Steinkohle; erst in neuerer Zeit hat man Puddelöfen mit Holz und sogar Torf betrieben. Nicht alle Steinkohlen eignen sich in gleichem Grade hierzu. Diejenigen, welche eine starke Flamme geben, sind im Allgemeinen am brauchbarsten, aber sie besitzen häufig zugleich die Eigenschaft, stark zusammenzusintern (zu backen), wodurch der Rost leicht verstopft, der Luftzug also gestört und die Hitze vermindert wird. Bedient man sich deshalb sehr fetter Backkohlen, so ist ein fleißiges Aufbrechen der zusammengesinterten Koakmasse auf dem Roste erforderlich. Holz kann mit sehr gutem Erfolge zum Puddeln angewendet werden, sobald es sehr scharf getrocknet (gedarrt) ist, und man dem Flammofen eine zweckmäßige Construction gegeben hat. Torf, selbst der fetteste, bleibt stets in seiner Brauchbarkeit hinter guten Steinkohlen und gedarrtem Holze zurück. Mit Braunkohlen zu puddeln, hat bisher gar nicht gelingen wollen, mit Anthracit ebenso wenig; ersteres wahrscheinlich deswegen nicht, weil die Braunkohlen nur lufttrocken, aber nicht gedarrt angewendet wurden, letzteres, weil Anthracit zu wenig Flamme giebt. —

Das praktische Verfahren beim Frischen in Flammöfen ist kürzlich folgendes. In einen gehörig abgewärmten oder in noch fortgesetztem Gebrauche stehenden Ofen wird zuerst der Roheisen-Einsatz (*the charge*), welcher zu einem Frischen bestimmt ist und gewöhnlich  $3\frac{1}{2}$  — 4 Ctnr. beträgt, eingetragen. Die einzelnen Eisenstücke, welche 20, 30 und noch mehr Pfunde wiegen können, werden, vermittelst einer, an einer Kette hängenden und dadurch desto leichter zu handha-



benden Schaufel, theils an die Feuerbrücke, theils an die Hinterwand gelehnt, eine Quantität Schlacke wird auf den Heerd geworfen, darauf die Arbeitsöffnung verschlossen, die Essenklappe, welche während des Eintragens niedergelassen war, geöffnet und eine neue Portion Brennmaterial durch die Schüröffnung auf den Rost gebracht. War das Eisen in einem besonderen Wärmheerde, welcher zwischen Fuchs und Esse zu liegen pflegt, schon vorher vorgewärmt worden, so befindet es sich meist nach 10 — 15 Minuten in einem so erweichten Zustande, dass es mit Hülfe einer eisernen Stange zu einem körnigen Teige zerührt werden kann. Fand ein solches Vorwärmen nicht Statt, so dauert das Eintreten dieses Zustandes wenigstens zehn Minuten länger. Hierbei wird außerdem noch vorausgesetzt, dass das angewendete Roh-eisen ein weisses, kohlenstoffarmes war, denn nur dies hat die Eigenschaft, auf die angegebene Art zu erweichen. Verpudelt man dagegen ein graues oder selbst weisses, sehr kohlenstoffhaltiges (Spiegel-) Roh-eisen, so tritt, namentlich bei ersterem, zuerst völlige Flüssigkeit ein, und erst nach längerem unausgesetzten Rühren mit einem eisernen Rührhaken haben Schlacke und Luft so viel von dem Kohlenstoffgehalte eines solchen Roheisens oxydirt, dass dasselbe nun auch eine breiartige Consistenz annimmt. Die teigartige Masse wird, bei fast verschlossener Essenklappe, so lange gerührt und mit der Schlacke gemengt und verknetet, bis sie einen Grad der Steifheit erlangt, welche dem Arbeiter diese Operation sehr erschwert. Dies ist ungefähr 15 — 20 Minuten nach Eintreten des körnig-weichen Zustandes der Fall. Um das Gemenge der Eisen- und Schlacken-Masse wieder ductiler zu machen, wird ein stärkerer Hitzgrad erfordert. Man verschließt daher auf kurze Zeit die Arbeitsöffnung und sogar das kleine Loch in derselben, durch welches der Arbeiter bei niedergelassener Thüre einen Blick in den Ofen thun kann, öffnet die Essenklappe und versieht den Rost mit frischem Brennmaterial. Nach Verlauf von wenigen Minuten tritt jetzt die eigentliche Frischperiode ein. Die mit dem Eisen gemengten Gaarschlacken üben in der erhöhten Temperatur eine gesteigerte Wirkung auf das noch nicht hinreichend entkohlte Eisen aus, die durch Oxydation des Kohlenstoffs erzeugte Kohlensäure erzwingt sich ihren Ausweg, indem sie die Schlacke in eine dem Kochen ähnliche Bewegung versetzt. Sobald sich dies Phänomen in hinreichendem Grade zeigt, wird die Arbeitstür wieder geöffnet, und ein neues, während 10 — 20 Minuten fortgesetztes Umrühren beginnt, während dessen der zuerst schmierige Zustand der Eisenmasse nach und nach abermals in einen sandartigen übergeht, der sich aber von dem zuerst eingetretenen dadurch wesentlich unterscheidet, dass die Eisenpartikel durch ihre erlangte Schweißbarkeit eine gewisse Klebrigkeit erlangt haben, durch welche es möglich wird, aus dieser sandartigen Masse größere Stücke zusammenzurollen, ähnlich wie man einen Schneeball durch Hinrollen über feuchten Schnee vergrößern kann. Ehe diese Periode des sogenannten Ballmachens beginnt, wird abermals eine starke Hitze gegeben, theils um die Stabeisenmasse noch geschmeidiger und klebender zu machen, theils aber um die Schlacke, welche noch immer mehr oder weniger mit den Eisenpartikeln gemengt war, zum Ausfließen zu bringen. Ist dies erreicht, so schreitet der Arbeiter zum Formen der Bälle, welche Operation eine große Uebung erfordert, indem es darauf ankommt, mittelst so einfacher Instrumente, wie eine Eisenstange oder

ein eiserner Rührhaken (eine an ihrem vorderen Ende rechtwinklig gekrümmte Stange), die ganze über die Heerdfläche vertheilte Masse des Eisens, in Zeit von 8—10 Minuten, zu 5—6 ziemlich gleich großen Bällen zusammenzurollen. Durch dieses Hin- und Herbewegen der sich allmählig vergrößernden Bälle ist natürlich wieder Schlacke mit den Eisentheilen vermengt worden. Man schließt daher nochmals die Arbeitsöffnung, giebt neues Feuer und zieht die Essenklappe auf, welche, um zu starken Luftwechsel zu verhüten, während des Ballmachens niedergelassen war, da bei dieser Operation leicht ein Verbrennen des schon hinreichend verkohlten Eisens eintreten könnte. Nach einigen Minuten ist ein Theil jener Schlacke von den Bällen heruntergeschmolzen, und dieselben sind zum Herausnehmen aus dem Ofen und gleich darauf folgenden Aushämmern und Auswalzen fertig. Nur ein Ball auf einmal wird herausgenommen, und erst, wenn die Arbeiten mit diesem beendet sind, kommt ein anderer an die Reihe. In der Zwischenzeit bleibt die Arbeitsthür verschlossen, und man fährt fort, einen hohen Hitzgrad zu unterhalten, so lange sich noch ein Ball im Ofen befindet. Das Herausnehmen eines Balls geschieht mittelst einer großen Packzange, an einigen Orten Krebs genannt. Der Arbeiter schleppt das damit ergriffene Eisenstück in größter Eile zu einem großen, durch Wasser- oder Dampf-Kraft in Bewegung gesetzten Hammer (in der Regel ein sogenannter Stirnhammer), dessen Gewicht, Kopf und Helm zusammengenommen, zwischen 60 und 80 Centner zu betragen pflegt, und schmiedet es hier zu einem kurzen prismatischen Eisenstabe von 3—4 Z. im Quadrate aus. Diese Operation geschieht so schnell, dass der ausgeschmiedete Eisenstab, Schirbel, noch heiß genug ist, um, mit Hülfe der Präparir-Walzen, in einen dünneren und längeren, entweder quadratischen oder bandförmigen Stab ausgewalzt zu werden. Stäbe der ersteren Art heißen Kolben, die der letzteren Platinen. Die ganze Manipulation, vom Herausnehmen des Balls bis zur Vollendung eines Kolbens oder einer Platine, dauert bei geschickten Arbeitern durchschnittlich nicht länger als  $1\frac{1}{2}$  Minute. Sind auf diese Weise sämtliche Bälle ausgeschmiedet (gezängt) und ausgewalzt worden, so ist hiermit der Umwandlungs-Process des Roheisens in Stabeisen beendet. Derselbe dauert, wenn das Roheisen nicht vorgewärmt wurde, 70—75 Minuten bei Anwendung von raffinirtem oder überhaupt weißem kohlenstoffarmen, dagegen  $1\frac{3}{4}$ —2 Stunden bei anderem Roheisen. Im ersten Falle beträgt der Eisenabgang ungefähr 10, im letzteren zwischen 15 und 25 Procent. Der Brennmaterial-Aufgang richtet sich nach mancherlei Umständen, und es kann daher nur als ein ungefähres Anhalten dienen, wenn angegeben wird, dass man pro Centner Roheisen 1— $1\frac{1}{2}$  Centner Steinkohlen und bei Holzfeuerung dem Gewichte nach wenigstens dreimal so viel verbraucht.

Die Kolben und Platinen sind noch keine Handelswaare; sie müssen noch mehreren Operationen unterworfen werden, welche nicht bloß zum Zweck haben, ihnen eine brauchbare Form zu geben, sondern auch die Qualität des Eisens zu verbessern. Zuerst zerschneidet man sie mittelst einer durch Maschinenkraft in Bewegung gesetzten Scheere zu Stücken von 12—15 Zoll Länge. Von den zerschnittenen Platinen werden mehrere, gewöhnlich 4 Stücke über einander gelegt, und mittelst umgewickelter dünner Eisenstäbe zu einem *Paquete* verbunden. Sowohl die Kolben, welche zur Anfertigung größerer, als

die Paquete, die zur Anfertigung feinerer Stabeisensorten bestimmt sind, müssen nun einer starken Schweißhitze ausgesetzt werden, um so weit zu erweichen, dass sie zu dem ihnen die Vollendung der Form gebenden Auswalzen geeignet sind. Dieses Erhitzen wird in Schweißöfen vorgenommen. Es sind dies Flammenöfen von ganz ähnlicher Construction wie die Puddelöfen, hauptsächlich nur mit dem Unterschiede, dass sie nie mit einer Fuchsbrücke versehen sind, stets einen vollkommen ebenen, nach dem Fuchse hin ein wenig geneigten Heerd, einen etwas größeren Rost und eine um circa  $1\frac{1}{2}$ —2 Zoll niedrigere Feuerbrücke haben. Der Heerd wird am besten aus feuerfesten Thonsteinen hergestellt, welche man auf die eiserne Heerdplatte setzt, und deren Zwischenräume man mit feuerfestem Thon ausstreicht. Sandheerde sind einer schnellen Zerstörung unterworfen. Auf manchen Hüttenwerken sind Puddel- und Schweißöfen einander so ähnlich, dass man, je nach dem Bedarfe, bloß durch Veränderungen am Heerde aus einem Ofen der ersteren Art einen der zweiten macht, und *vice versa*. Die ganze Heerdfläche des vollkommen angefeuerten oder noch in fortgesetztem Betriebe stehenden Schweißofens wird mit Paqueten und Kolben belegt, und zwar so, dass zwischen je zweien derselben ein Abstand von etwa 1 Zoll stattfindet, und dass die Längen sämtlicher Eisenstäbe mit der Längsaxe des Ofens parallel laufen, damit die Flamme zwischen ihnen hindurchstreichen und überall eine möglichst gleichförmige Hitze erzeugen kann. Man fängt mit dem Besetzen des Heerdes am Fuchse an, und beendigt es bei der Feuerbrücke. Das Herausnehmen des schweißwarmen Eisens geschieht dagegen in umgekehrter Ordnung, weil die in der Nähe des Fuchses befindlichen Kolben und Paquete einer geringeren Temperatur ausgesetzt sind, und daher desto länger erhitzt werden müssen. Nach Beendigung des Eintragens wird die Arbeitsthür niedergelassen und mit Lehm verstrichen, damit durchaus keine Luft durch die Fugen in den Ofen dringt. Der Arbeiter schürt jetzt, bei völlig offen stehender Essenklappe, sehr fleißig, um eine schnelle und starke Hitze hervorzubringen. Nach Verlauf einer Stunde, vom Verschließen der Arbeitsthür gerechnet, hat die Besetzung des Ofens die erforderliche Vorbereitung erreicht. Während dieser Zeit musste der Rost stets mit einer gewissen Menge Brennmaterial bedeckt seyn, damit keine unverbrannte Luft in den Ofen kommen konnte und das Eisen dadurch nicht theilweise der Verbrennung ausgesetzt war. Das Erhitzen des Eisens im Schweißofen soll nämlich wenig oder gar nicht verändernd auf den Kohlengehalt desselben einwirken, sondern bezweckt nur, nächst der Hervorbringung des schweißwarmen Zustandes, das Ausfließen von Schlackentheilen, welche weder der große Hammer noch die Präparir-Walzen ganz auszupressen vermochten. Die schweißwarmen Eisenstücke, Kolben und Paquete, werden nun, eins nach dem anderen, herausgenommen und zu den bestimmten Dimensionen ausgewalzt. Die Beschreibung des Auswalzens, als einer rein mechanischen Arbeit, würde hier zu weit führen. Der Grund, aus welchem man die Paquete zu feineren Eisensorten bestimmt als die Kolben, liegt darin, dass mehrere übereinander geschweißte Eisenstäbe, welche natürlicher Weise immer eine etwas verschiedenartige Beschaffenheit haben, ein haltbareres, für das Ausrecken zu kleineren Dimensionen mehr geeignetes Material geben als einzelne Stäbe. Der Grund hiervon liegt darin, dass die überein-

andergelegten Eisenstücke beim Auswalzen gänzlich in einander verknüpfet werden und den in ihnen noch enthaltenen Schlackentheilen eine bessere Gelegenheit darbieten, von den Walzen ausgepresst zu werden. Schon während des Erhitzens im Schweißofen konnte die flüssige Schlacke einen besseren Ausweg aus den dünneren Platinen als aus den dickeren Kolben finden. — Der ganze Process des Schweißens, inclusive des Auswalzens, dauert kaum länger als 2 Stunden. Der Eisenabgang ist beim Schweißen und Auswalzen von Paqueten, also für Eisen, welches zu schwächeren Dimensionen bestimmt ist, größer als bei dem von Kolben. Dies rührt theils daher, dass die Paquete der stets mehr oder weniger oxydirenden Flamme eine größere Oberfläche darbieten als Kolben, theils aber, wiewohl nur in sehr geringem Mafse, auch daher, dass erstere beim Auswalzen vollständiger von Schlacke befreit werden als letztere. Während der Abgang bei jenen durchschnittlich kaum mehr als 11 Procent erreicht, beträgt er bei diesen 14—17 Procent. Der Brennmaterialverbrauch für 1 Ctr. eingesetzte Kolben und Platinen beläuft sich, bei Anwendung von Steinkohlen, gegen  $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$  Ctr. und mehr. Holz und sogar Torf sind beim Schweißen sehr gut anwendbar. Letzterer, wenn er, wie erforderlich, zu einer stark flammenden Sorte gehört, gewährt sogar noch den Vortheil, dass die Temperatur im Ofen nicht leicht zu hoch gesteigert werden kann.

Es ist bereits erwähnt worden, dass man sich beim Puddeln anstatt eines festen Brennmaterials auch eines gasförmigen, namentlich aber der Gichtgase eines Hohofens bedienen kann. Unter Gichtgase (s. d.) versteht man die aus der Gicht eines Hohofens entweichenden Gasarten, welche, aufser Stickstoff und Kohlensäure, eine mehr oder weniger bedeutende Quantität Kohlenoxyd nebst geringen Mengen Wasserstoff und Kohlenwasserstoff enthalten. Diese letztgenannten brennbaren Gase sind die Ursache der Gichtflamme, indem sie sich, vermöge der hohen Temperatur, welche sie im Schachte erhielten, entzünden, sobald sie die Beschickung durchströmt haben, und mit der atmosphärischen Luft in Berührung treten. Es ist klar, dass die ganze Wärmemenge, welche die Gichtflamme entwickelt, für die Vorbereitung und Zugutmachung der im Hohofenschachte befindlichen Erze gänzlich verloren geht, und man ist daher schon längst darauf bedacht gewesen, diese verloren gehende Wärmemenge auf irgend eine andere Art zu benutzen. Die Erhitzung der Lufterwärmungs-Apparate (s. G ebläseluft, erwärmt) vermittelt der Gichtflamme war die erste wesentliche Verbesserung in dieser Hinsicht. Später versuchte man auch die Gichtflamme zum Puddeln zu benutzen, indem man einen Puddelofen auf die Gicht erbaute, und die Gichtflamme unmittelbar auf den Heerd desselben leitete. Die gelungensten Versuche der Art dürften von den Bergräthen Hampe und Leithe auf den Eisenwerken zu Neuberg und Maria Zell in Steyermark angestellt worden seyn. Ehe man aber noch mit dieser Art der Benutzung der Gichtflamme ganz auf dem Reinen war, trat der Bergrath Faber du Faur mit der sehr wichtigen Entdeckung auf, die Gichtgase in unverbranntem Zustande aus dem Schachte eines Hohofens abzuleiten, und dieselben erst bei ihrem Eintritte in einen Puddelofen, mittelst stark erhitzter Gebläseluft, zu entzünden. Die zum Puddeln mit Gichtgasen bestimmten Flammenöfen weichen besonders darin von gewöhnlichen Puddelöfen

ab, dass sie weder einen Rost, noch eine hohe Esse, dagegen aber eine sehr lange Feuerbrücke haben und mit einem Gebläse versehen sind. Das Nähere der Construction eines solchen Ofens und des dazu erforderlichen Gas-Ansammlungs- und Gas-Verbrennungs-Apparates ist unter dem bereits citirten Artikel Gichtgase nachzusehen. Hier möge nur noch so viel erwähnt werden, dass der Process des Puddelns selbst durchaus nicht wesentlich abgeändert wird, ob man sich der Gichtgase oder eines festen Brennmaterials bedient. In neuester Zeit hat man auch angefangen, durch unvollkommene Verbrennung von schlechtem, flammengebendem, aber sonst wenig brauchbarem Brennmaterial, brennbare Gase zu entwickeln und diese statt der Gichtgase zum Puddeln anzuwenden. Da ein Hohofen nicht hinreichend ist, um so viele Puddelöfen und Schweißöfen, als zum Verfrischen seiner ganzen Eisenproduction erforderlich sind, mit Gas zu versorgen, so kann diese eben erwähnte Gaserzeugung für solche Eisenwerke, die hauptsächlich Stabeisen produciren, von bedeutendem Vortheile seyn. — Das in Gas-Puddelöfen erzeugte Stabeisen soll eine ausgezeichnete Qualität besitzen; auch soll der Abgang, welchen sowohl weisses als graues Roheisen in diesen Oefen erleidet, bedeutend geringer ausfallen als in Steinkohlen- oder Holz-Puddelöfen.

### 3) Stahl.

Der Stahl wird entweder unmittelbar aus den Erzen durch ein *reducirendes Schmelzen*, oder aus dem Roheisen durch einen *Frischprocess*, oder endlich aus dem Stabeisen durch *Cementation* gewonnen. Der vermittelt der beiden erstgenannten Methoden erzeugte Stahl heißt *Schmelzstahl*, der andere *Cement- oder Brennstahl*.

Die Gewinnung des Schmelzstahls unmittelbar aus den Erzen geschieht in niedrigen Oefen (Stück- oder Wolfs-Oefen) und in Heerden, beide von derselben Art, wie sie bei der Rennarbeit (s. Stabeisen) angewendet werden. Nur durch gewisse Modificationen im Gange der Arbeit wird in diesen Schmelzvörrichtungen bald Stahl, bald Stabeisen gewonnen, und man hat es sogar nur unvollkommen in der Gewalt, die Erzeugung des einen oder anderen Products mit Gewissheit voranzubestimmen. Diese Art der Stahlgewinnung wird, wegen ihrer großen Unvollkommenheiten und weil dazu nur ungewöhnlich reine Erze angewendet werden können, nur noch an sehr wenigen Orten betrieben, und es würde daher überflüssig seyn, hier auf das nähere Detail derselben einzugehen. Eine wichtigere, auf vielen Eisenhütten im Betriebe stehende Darstellungsart des Stahls ist dagegen die durch Verfrischen von Roheisen. Die hierzu angewendeten Heerde haben in ihrer Construction Vieles mit den Frischheerden gemein. Wesentliche Abweichungen finden sich nur etwa in Folgendem. Anstatt eines Frischbodens von Eisen wendet man meist einen aus Sandsteinplatten an, indem Frischböden der ersteren Art zu sehr der Zerstörung durch Anschweißen des eingeschmolzenen Stahls ausgesetzt seyn sollen. In der Regel legt man 4 gleich große, etwa 2 — 2½ Zoll dicke Sandsteinplatten so neben einander, dass dieselben mit den 4 in der Mitte des Heerdes zusammenstoßenden Ecken ¼ Zoll tiefer zu liegen kommen als ihre äußeren Ränder. Die Länge, Breite und Tiefe des Frischraumes eines Stahl-Frischheerdes sind etwa 30 Zoll, 34 Zoll und 5 — 6 Zoll, während diese Dimensionen bei einem gewöhnlichen

Frischheerde durchschnittlich 30 Zoll, 25 Zoll und 8 Zoll betragen. Die Form, welche  $\frac{1}{3}$  der Länge des Frischraumes vom Hinterzacken absteht, hat 7—12° Neigung, also etwas mehr als beim Stabeisenfrischen, wo diese Neigung zwischen 6 und 10° variirt. Diese Vorschriften beziehen sich auf die Einrichtung solcher Stahlheerde, in denen, wie es am häufigsten geschieht, graues oder weißes rohschmelzendes Eisen verfrischt wird, nämlich kohlenstoffreicheres Roheisen, welches durch bloßes Niederschmelzen noch nicht völlig zu Stahl umgewandelt werden kann, und daher längere Zeit der Oxydation auf dem Frischboden ausgesetzt werden muss. Wendet man dagegen weißes gaarschmelzendes Roheisen an, d. h. solches, das durch einfaches Einschmelzen von seinem geringeren Kohlenstoffgehalte schon eine hinreichende Menge einbüßt, so hat der Heerd gewöhnlich etwas veränderte Dimensionen. Wesentlicher als diese Veränderung ist es bei solchen Heerden, dass die Form fast horizontal und 8 Zoll über dem Frischboden angebracht ist. Die Abweichungen, welche in dem Feuerbau von Stahlheerden und gewöhnlichen Frischheerden stattfinden, sind alle darauf begründet, dass beim Frischen des Roheisens zu Stahl natürlicher Weise keine so starke Oxydation hervorgebracht werden darf, als beim Frischen des Roheisens zu Stabeisen. Deswegen geschieht auch der erstere Process, wie der praktische Ausdruck dafür lautet, hauptsächlich unter und neben, der andere dagegen über und in dem Winde. Während man bei der Stabeisenerzeugung das einzuschmelzende oder aufgebrochene Eisen stets auf die Kohlen, oberhalb des aus der Form kommenden Windstromes, legt, und es langsam mitten durch diesen niederschmelzen lässt, wird das zur Stahlgewinnung bestimmte Eisen meist in möglichst großer Entfernung von der Form, aber doch dieser gegenüber, dicht bei dem Gichtzacken, und zwar in mehreren kleineren Portionen nach einander, aufgesetzt und schnell zum Einschmelzen gebracht. Eben deswegen, damit das bei dem Gichtzacken aufgesetzte Eisenstück durch eine hinreichend dicke Kohlenschicht von der Form getrennt werde, ist die Breite der Stahlheerde um einige Zoll größer als die gewöhnlicher Frischheerde. Weniger tief müssen aber erstere aus dem Grunde seyn, dass die Oberfläche des eingeschmolzenen, noch nicht völlig zu Stahl gewordenen Eisens nicht zu weit von der Form entfernt liegen darf, weil sonst eine zu geringe Oxydation hervorgebracht würde. Darum giebt man auch der Form eine größere Neigung, um diese Wirkung auf die Oberfläche der eingeschmolzenen Masse zu begünstigen. Dass bei gaarschmelzendem Roheisen alle diese Vorkehrungen nicht nothwendig, ja sogar nicht zweckmäfsig sind, ist leicht einzusehen. Die geringe Menge Kohlenstoff, welche solches Eisen zu verlieren hat, um zu Stahl zu werden, oxydirt sich beinahe völlig während des Einschmelzens, und sobald die geschmolzene oder doch erweichte Eisenmasse den Boden des Frischraumes erreicht hat, soll sie der ferneren Oxydation so viel als möglich entzogen und hauptsächlich nur hinreichend warm erhalten werden, um mit einer neuen Portion später aufgesetzten und zu Stahl gewordenen Eisens zusammenzuschmelzen. Deswegen hat die Form bei dieser Art des Stahlfrischens eine horizontale Lage, und der Frischraum muss etwas tiefer vorgerichtet werden, als wenn man rohschmelzendes Eisen zu Stahl verfrischt.

Der praktische Hergang bei der Schmelzstahl-Bereitung aus roh-

schmelzendem Roheisen ist, der Hauptsache nach, folgender. Ein 24 — 25 Pfd. wiegendes Roheisenstück wird dicht am oberen Ende des Gichtzackens, der Form gegenüber, senkrecht in die Kohlen gestellt. Der Windstrom trifft dasselbe also, wegen der Neigung der Form, nicht unmittelbar, sondern erhitzt es, bei seinem Zurückprallen von dem Gichtzacken, von unten auf. Der schnelle Gebläsewechsel bewirkt ein baldiges Einschmelzen, und nur beim Niedertropfen wird das geschmolzene Eisen auf sehr kurze Zeit der unmittelbaren, aber durch die dazwischen liegenden Kohlen geschwächten, oxydirenden Wirkung des Windstromes ausgesetzt. Dies kann man aber keine Behandlung im, ebenso wenig wie das Erhitzen des oben bei dem Gichtzacken eingesetzten Roheisenstückes eine Behandlung über dem Winde nennen, weil der Aufenthalt des Eisens an diesen Orten nicht, wie es beim Stabeisen-Frischen der Fall ist, durch die Manipulation des Arbeiters verzögert wird. Nach geschehener Einschmelzung untersucht der Arbeiter mittelst einer Brechstange den Aggregat-Zustand der eingeschmolzenen Masse. Zeigt sie sich völlig flüssig, so wird sie umgerührt und eine Quantität Gaarschlacke aufgegeben, wodurch sie bald eine breüige Consistenz erlangt. Sogleich wird mit dem Niederschmelzen eines zweiten, während dieser Operation bereits vorgewärmten Roheisenstückes angefangen, das gewöhnlich größer als das zuerst angewendete ist, und etwa 30 Pfd. wiegt. Durch das Niedergehen der geschmolzenen Masse dieses zweiten Stückes wird das Eisen auf dem Boden des Heerdes wieder flüssiger, und man giebt ihm daher, durch die vorhin angedeuteten Mittel, ebenfalls eine mehr teigartige Consistenz. Jetzt kommt das dritte etwa 40 — 50 Pfd. schwere Eisenstück daran, welches bei verstärktem Gebläsewechsel eingeschmolzen werden muss, um abermals die Eisenmasse auf dem Frischboden zum Flusse zu bringen. Diese fängt nun an, eine gewisse Geschmeidigkeit zu erlangen, schweift sich an die Brechstange, mittelst der das Umrühren bewirkt wird, fest, und die anhaftenden stahlartigen Stücke lassen sich nur schwierig davon trennen. Durch einen sehr verstärkten Gebläsewechsel geräth das noch immer zu viel Kohlenstoff enthaltende Eisen in eine kochende Bewegung, indem sowohl Wind als Gaarschlacke bei dieser hohen Temperatur eine verstärkte oxydirende Wirkung erlangen. Der Arbeiter findet bei dem stets fortgesetzten Rühren, durch die fortschreitende Gaare des Eisens und dessen damit in Verbindung stehender Strengflüssigkeit, endlich einen solchen Widerstand, dass er es einstellt und zum Einschmelzen eines vierten etwa 30 Pfd. schweren Stückes schreitet. Auf dieselbe Weise kommt noch ein fünftes eben so großes, und zuweilen auch noch ein sechstes daran. Nach jedem Einschmelzen wird bis zur eintretenden Steifheit gerührt. Das vierte Roheisenstück wird in der Regel etwas vom Gichtzacken entfernt, näher gegen die Mitte des Frischraumes, das fünfte aber ganz in die Mitte desselben eingesetzt, und das sechste, im Fall ein solches angewendet wird, ebenfalls. Da nämlich das Eisen in der Mitte des Heerdes, wo das Umrühren am ungehindertsten von Statten geht und also eine desto vollkommnere Wirkung hat, leicht zu gaar, d. h. zu stabeisenartig wird, so ist es gut, wenn vorzugsweise dieser mittlere Theil der Masse mit dem roheren Eisen der zuletzt niedergegangenen Schmelzstücke in Berührung kommt. Ist die ganze zu einem Frischen bestimmte, in der Regel  $1\frac{1}{2}$  Ctr. betragende Quantität Roheisen eingeschmolzen, so be-

urtheilt der Arbeiter, durch Untersuchung mittelst der Brechstange, den Zustand des ganzen Stahlkuchens und bestimmt danach, ob der Process als beendigt anzusehen oder noch eine Zeitlang mit der Behandlung des Stahls unter der Kohlendecke fortzufahren sey. Ist die Masse ganz hart anzufühlen, was von der Bildung einer stabeisenartigen Kruste herrührt, so kann sie als gaar betrachtet werden. Das Gebläse wird alsdann sogleich abgestellt, der Frischraum über dem Stahlkuchen geräumt und letzterer mit Hülfe von Brechstangen aus dem Herde gehoben. Noch in glühendem Zustande bringt man ihn unter den Hammer, und giebt ihm hier, durch ein aufgelegtes scharfkantiges Eisen (Setzeisen) 3 bis 4 durch seinen Mittelpunkt gehende, diametrale Einschnitte, durch welche es leicht wird, ihn in 6—8 gleich große Stücke zu theilen. Ein jedes dieser Stücke ist an seinem breiten Ende, welches einen Theil der Peripherie des Kuchens ausmacht, gewöhnlich noch etwas roheisenartig, während es an seiner Spitze, welche im Centrum des Kuchens lag, mitunter aus gutem, mitunter aber auch aus stabeisenartigem Stahle besteht. Wird daher ein solches in seinen verschiedenen Theilen ungleich beschaffenes Stück im schweißwarmen Zustande auf zweckmäßige Art unter dem Hammer behandelt, und darauf zu einem Stabe ausgereckt, so geschieht eine Mischung der in verschiedenem Grade gekohlten Eisentheile und es erfolgt, je nachdem ein richtiges Verhältniss derselben stattfand oder nicht, ein mehr oder weniger guter Stahl. Kohlaufgang und Eisenverbrauch sind bei diesem Prozesse sehr bedeutend. Ersterer beträgt für 100 Pfd. Rohstahl (in Kuchen) 35—36 Cub.-F. Preuss. Holzkohlen, letzterer 25—33 Procent. — Das Stahlfrischen aus weißem, kohlenstoffarmem, gaarschmelzendem Roheisen geschieht auf ganz ähnliche Art, wie eben beschrieben, und es ist hauptsächlich nur die bereits angedeutete, veränderte Herdconstruction, welche das einschmelzende, besonders aber das eingeschmolzene stahlartige Eisen vor zu starker Oxydation bewahrt. Gewöhnlich werden bei diesem Prozesse nur 3—4 Roheisenstücke, mit einem Gesamtgewichte von circa  $1\frac{1}{2}$  Ctr. nach einander eingeschmolzen, und zu diesem Zwecke nicht lose in die Kohlen gestellt, sondern einzeln in eine Zange gefasst, welche man in den Frischraum nachrückt, in dem Masse als das Eisen abschmelzt. Der Kohlenverbrauch ist bei diesem Stahlfrischen geringer als beim vorigen; er beläuft sich für 100 Pfd. erzeugten Rohstahl nur etwa auf 28 Cub.-F. Der Eisenabgang beträgt 10, höchstens 14 Procent. — Die erste der beiden beschriebenen Stahl-Frischmethoden wird besonders in Nord-, die zweite in Süd-Deutschland angewendet. Wo man im Besitze eines hinreichend reinen Roheisens ist und geübte Arbeiter hat, wird ein sehr brauchbarer Rohstahl auf solche Weise gewonnen werden können. Der Ausfall einer jeden Schmelzstahl-Erzeugung bleibt jedoch stets einer gewissen Unsicherheit unterworfen, wodurch bald ein mehr roheisenartiger, bald ein dem Stabeisen nahe stehender Stahl erhalten wird, eine Unsicherheit, welche aber auch bei der hiernächst zu beschreibenden Stahl-Bereitungsart, der Cementstahl-Gewinnung, mehr oder weniger stattfindet, und sich schwerlich jemals durch irgend ein Mittel ganz heben lassen dürfte.

Die Gewinnung des Cement- oder Brennstahls beruht auf der Thatsache, dass ein in Kohlenpulver eingepacktes und vor starkem Luftzutritte bewahrtes Stabeisenstück, wenn es, sammt dieser



Umhüllung, der Weifsglühhitze ausgesetzt wird, nach und nach mehr Kohlenstoff aufnimmt und sich endlich in Stahl verwandelt. War das angewendete Stabeisenstück von großen Dimensionen oder wurde das Glühen nicht hinreichend lange fortgesetzt, so findet man nach dem Erkalten und Zerschlagen desselben nur die seiner Oberfläche am nächsten gelegenen Theile in Stahl oder doch in eine stahlartige Masse umgeändert, während der Kern aus wenig oder gar nicht verändertem Stabeisen besteht, welches letztere man leicht durch seine hellere Nuance von dem dunkleren Stabele unterscheidet. Es beweist dies also, dass das Eisen während dieser Behandlung einen Theil Kohlenstoff aus dem umgebenden Kohlenpulver in sich aufnahm, und zwar zuerst an seiner Oberfläche, nach und nach aber auch an tiefer liegenden Stellen. Dies Phänomen hat auf den ersten Blick etwas Räthselhaftes, weil hier, gegen den alten Spruch: *corpora non agunt nisi soluta*, zwei feste Körper auf einander chemisch gewirkt und sich chemisch mit einander verbunden zu haben scheinen. So ist es aber in der That nicht. Erstens befand sich das Stabeisen, als es weifsglühete, in keinem festen, sondern in einem stark erweichten Zustande, und zweitens ist es durchaus nicht bewiesen, dass es Kohlenstoff in fester Gestalt war, welcher unmittelbar auf das Eisen einwirkte. Schon der erste Umstand für sich genügt, um zu zeigen, dass hier wenigstens nicht von zwei festen Körpern die Rede seyn kann; dass derselbe aber sehr wesentlich bei der Cementstahl-Bildung ist, geht daraus hervor, dass man durchaus keinen Stahl erhält, wenn man das erwähnte Experiment in der Rothglühhitze vornimmt, bei welcher Temperatur das Eisen nicht jenen erweichten Zustand besitzt. Ferner aber ist es bekannt, dass thönerne Kasten, in denen die Bereitung des Cementstahls geschieht, keinesweges so dicht sind, dass ihre Wände, namentlich in einer ihre Poren erweiternden starken Glühhitze, nicht Gasarten durchlassen sollten. Als völlig ausgemacht kann es daher betrachtet werden, dass die in Kohlenpulver eingepackten Stabeisenstäbe sich während der Glühhitze fortwährend in einer Atmosphäre von Kohlenoxydgas befinden. Diese Gasart ist es aber, welche die Kohlunng des aus den Erzen reducirten, allein noch nicht geschmolzenen Eisens im Schachte des Hohofens verursacht; warum sollte man derselben also keine gleiche Wirkung auf die weifsglühenden Stabeisenstücke im Cementirkasten zutrauen? Das Kohlenoxydgas kommt hier theils mit der Oberfläche des Eisens in Berührung, theils dringt es vielleicht auch bis zu einer gewissen Tiefe in die erweichte und dadurch poröser gewordene Eisenmasse ein. Letzteres braucht man aber gar nicht einmal anzunehmen, denn der ganze Cementations-Process ist schon vollkommen erklärt, sobald man nur nachgewiesen hat, auf welche Weise die äußerste Oberfläche der Stabeisenstücke einen größeren Kohlenstoffgehalt erreicht. Dass sich letzteres nach und nach, durch die Beweglichkeit der Moleküle des erweichten Eisens, auch in's Innere der Masse fortpflanzen muss, ist keinem Zweifel unterworfen. Wahrscheinlich entsteht an der Oberfläche ein höheres Caburet des Eisens, welches, durch die Einwirkung der zunächst darunterliegenden Stabeisenschicht, letztere zu einem niederen, aber mehr Kohlenstoff als gewöhnliches Stabeisen enthaltenden Carburete umändert, während sich die Oberflächenschicht wieder mit Kohlenstoff sättigt, und so fort. Uebrigens braucht es gar nicht geleugnet zu werden, dass an der Stelle, wo ein Stück weifsglühete

glühende Kohle weißglühendes Stabeisen berührt, eine Verbindung beider Körper vor sich gehen könne; denn, dass ein flüssiger oder doch erweichter und ein fester Körper chemisch auf einander zu wirken vermögen, namentlich wenn große Affinität oder ein hoher Hitzgrad eine solche Einwirkung unterstützt, kann mit mehrfachen Beispielen belegt werden.

Schon aus der Theorie des Cementations-Processes ergibt es sich, dass ein Stück cementirtes Stabeisen fast stets an seiner Oberfläche einen größeren Kohlenstoffgehalt besitzen wird als in seinem Innern; immer braucht dies aber keinesweges der Fall zu seyn. Die Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff durch die Cementation hat nämlich ihre Grenze; setzt man also das Cementiren so lange fort, bis auch der innerste Kern der angewendeten Stabeisenstücke das Maximum des Kohlenstoffgehaltes erreicht hat, so wird man allerdings eine gleichförmige Masse erhalten, die aber nun nicht länger guter Stahl ist, sondern dem Roheisen nahe steht. Diese Masse ist sehr spröde und locker, sieht aber völlig homogen aus; wird sie geschmolzen und darauf langsam erstarren gelassen, so erhält man ein graues Roheisen mit ausgeschiedenen Graphitblättchen. Es würde also durchaus nicht praktisch seyn, den Cementations-Process so lange fortzusetzen, bis jene Gleichartigkeit der Eisenmasse erreicht wäre; nur muss es vermieden werden, dass die cementirten Stücke nicht einen Kern von ganz unverändertem Stabeisen behalten. Wie man solche Stahlstäbe, die einen nach innen zu abnehmenden Kohlenstoffgehalt besitzen, ohne aber einen Stabeisenkern zu haben, in homogenen Stahl umwandelt, davon soll später die Rede seyn.

Zur Gewinnung eines guten Cementstahls ist es vor allen Dingen erforderlich, dass man dazu das möglichst reinste Stabeisen anwendet, weil der Stahl, wie schon bei den Eigenschaften desselben erwähnt wurde, noch empfindlicher gegen alle schädlichen Beimengungen ist, als das Eisen. Ferner darf das Stabeisen nicht zu weich oder, mit anderen Worten, nicht zu kohlenstoffarm seyn, weil nicht allein eine verhältnissmäßig längere Zeit dazu gehört, bis solches Eisen die erforderliche Menge Kohlenstoff in sich aufgenommen hat, sondern weil die Stahlwerdung desselben noch durch den Umstand verzögert wird, dass kohlenstoffarmes Eisen in der Weißglühhitze schwerer erweicht, als kohlenstoffreicher. Ein hartes, körniges, dabei aber zugleich sehr dehnbares und auf dem Bruche sehniges Stabeisen eignet sich am besten zur Cementstahl-Fabrication. Die Breite und Länge der Stäbe ist ziemlich gleichgültig, und richtet sich nach der Größe der Cementirkasten und anderen localen Verhältnissen; nicht so ist es aber mit der Dicke derselben, welche einen halben Zoll nicht überschreiten sollte, sobald man einen feineren Stahl gewinnen und die Cementation nicht allzu lange fortsetzen will. Nur bei Erzeugung größerer Stahlarten pflegt man Stäbe von  $\frac{3}{4}$  Zoll Dicke anzuwenden. Die herkömmliche Breite der Eisenstäbe beträgt  $1\frac{1}{4}$ —2 Z., und hinsichtlich ihrer Länge ist nur zu beobachten, dass dieselbe wenigstens  $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{60}$  geringer als die Länge der Cementirkasten im Lichten ist. Da sich nämlich Stahl etwa um  $\frac{1}{120}$  seiner Länge in der Glühhitze ausdehnt, so würden längere Stäbe entweder die Cementirkasten zersprengen, oder doch fast die Wände derselben berühren. Die zum Cementiren bestimmte Kohle, in welcher die Stäbe eingepackt werden, darf nicht zu feinem Staube,

sondern nur gröblich gepulvert seyn, widrigenfalls die Cementirung erschwert und der Process verzögert wird. Diese Erfahrung beweist es, dass es durchaus auf keine unmittelbare Berührung des weisglühenden Eisens mit der Kohle ankommt, denn sonst müsste gerade der entgegengesetzte Fall stattfinden. Staubförmiges Kohlenpulver legt eines Theils der Circulation der Gase, anderen Theils aber der Wärmeleitung zu viel Hindernisse in den Weg. Wollte man sich dagegen ganz grober Kohlenstücke bedienen, so würde eine zu große Gascirculation, Bildung von Kohlensäure und folglich verzögerte Stahlbildung eintreten. In der Regel wendet man nicht reines Kohlenpulver an, sondern ein Gemenge aus diesem mit 10 Procent Asche und 2—3 Procent Kochsalz. Dieser Gebrauch scheint nicht, wie es vielleicht auf den ersten Blick den Anschein hat, ein Ueberbleibsel älteren Kunst-Aberglaubens zu seyn, sondern wirklich seinen guten Grund zu besitzen, wie Erfahrungen der neueren Zeit bewiesen haben. Dass die Kieselerde der Asche auf das Kochsalz wirkt und dadurch eine geringe Chlorentwicklung zu Wege bringt, ist sehr glaubhaft. Die Gegenwart einer geringen Menge von Chlor in den Cementirkasten muss aber wirklich gute Folgen haben. Sehr häufig ist nämlich die Oberfläche der Stabeisenstäbe mit einer zwar dünnen aber dichten Oxydschicht überzogen, welche also durch Einwirkung des Kohlenoxydgases erst reducirt und dann aus dem Zustande des reinen Eisens in den eines Carburets übergeführt werden muss, welches Kohlenstoff genug besitzt, um der darunter liegenden, dünnen Eisenschicht Kohlenstoff abtreten zu können. Zu dieser Operation wird aber Zeit erfordert. Hätte die Oberfläche der Eisenstäbe aus reinem Stabeisen bestanden, so wäre der Zeitpunkt, bei welchem das Eindringen des Kohlenstoffs in das Innere der Eisenmasse geschah, offenbar früher eingetreten. Bei der Entwicklung von Chlor wird nun die Oberfläche der Stäbe sehr wahrscheinlich gebeizt und dadurch von dieser hindernden Schicht befreit, so dass die Stahlbildung sogleich vor sich gehen kann. Eine größere Menge Kochsalz als die angegebene zum Cementirpulver zu setzen, ist jedoch nicht rathsam, weil es scheint, als wenn dadurch kleine Mengen Chlor im Stahle zurückblieben, und denselben zwar härter aber auch spröder und zu gewissen Anwendungen unbrauchbarer machen. Durch die mehrfach hervorgehobene wichtige Rolle, welche die Oberfläche, die äußerste Molecül-Schicht, der Eisenstäbe bei der Cementation spielt, indem sie gewissermaßen die Haupt-Handlungsgeschäfte zur Weiterbeförderung des Kohlenstoffs verrichtet, ist es einleuchtend, dass es viel darauf ankommt, nicht zu stark gerostete Eisenstäbe anzuwenden, selbst auch wenn man Asche und Kochsalz unter das Cementirpulver mischt. Durch Beizen in einer Lauge (wie sie z. B. bei der Verzinnung der Eisenbleche angewendet wird) vorbereitete Eisenstäbe, wenn ihre Darstellung nicht zu viel Kosten verursacht, werden offenbar am zweckmäßigsten seyn, und man könnte dann sicher den Zusatz von Kochsalz ersparen, vielleicht aber auch die Asche weglassen.

Die Oefen, in welchen man die mit Eisenstäben und Cementirpulver gefüllten Kasten erhitzt, sind im Grundrisse länglich viereckig. Von den vier Umfassungs-Mauern wird ein flaches Gewölbe getragen, aus welchem mehrere Zugöffnungen in einen großen Rauchmantel münden, der sich allmählig in einen kurzen Schornstein verjüngt. Durch

die ganze Länge des Ofens, von beiden betreffenden Seitenmauern gleichweit abstehend, läuft ein eiserner Rost in solcher Höhe über der Hüttensohle, dass ein zweckmäßig hoher Aschenfall unter demselben Platz hat. Die Feuer- oder Schür-Gasse über dem Roste ist nach oben entweder ganz offen oder mit einigen, hinreichende Zwischenräume für die Flamme lassenden Bogen aus feuerfesten Steinen überwölbt. Im ersteren Falle stellt man auf jede Seite des Rostes, und zwar auf feuerfeste Unterlagen, einen Cementirkasten, und bewirkt durch zweckmäßig angebrachte Zugöffnungen, dass beide Kasten an allen Seiten von der Flamme umspielt werden. Im zweiten Falle wendet man entweder nur einen Kasten an, den man mitten auf die gemauerten Bogen stellt, oder deren drei, indem man die anderen beiden auf vorhin angegebene Art placirt. Sowohl zwischen den Wänden der Kasten unter sich, als auch zwischen diesen und den Ofenmauern müssen überall hinreichende, einige Zoll breite Abstände seyn. Der Abstand des oberen Kastendes vom Gewölbe des Ofens beträgt gewöhnlich zwei oder mehrere Fulse. Die Dimensionen der Kasten selbst, nach denen sich natürlicher Weise die Dimensionen des Ofens richten, oder *vice versa*, können sehr verschieden seyn, besonders was die Länge betrifft. Man wendet Kasten von 6—16 F. Preufs. Länge, von 26—36 Z. Breite und 28—36 Z. Höhe an, mit einer durchschnittlichen Wanddicke von 2 Z. Dieselben müssen aus sehr feuerfestem, nicht zu fettem Thone mit großer Sorgfalt angefertigt werden. In England bedient man sich hierzu einer gewissen Art plattenförmig spaltbaren Sandsteins. Die Kasten werden leer in den Ofen gebracht, indem man die eine kürzere Seitenwand des Ofens aufbricht. Vorher müssen sie eine solche Brennung erhalten haben, dass sie diesen Transport, ohne Gefahr für ihre Beschädigung, aushalten können. Auf den Boden eines solchen Kastens schüttet man zuerst eine etwa 2 Z. dicke, ebene Schicht von Cementpulver, und vertheilt auf dieser, zwischen solchem Pulver, eine Lage Eisenstäbe auf die Weise, dass sie der Länge des Kastens parallel laufen und auf der hohen Kante stehen. Zugleich müssen die Stäbe unter sich einen Abstand von  $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$  Z. haben, und sich den Kastenwänden nirgends bis auf mehr als einen Zoll nähern. Auf diese Schicht kommt eine  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  Z. starke Lage Cementpulver, dann abermals eine Stab-Schicht, wieder Cementpulver, und so fort, bis nur noch ungefähr 6 Zoll der Kastenhöhe ungefüllt übrig sind, welche man gewöhnlich mit schon gebrauchtem Cementpulver vollschüttet, und darauf den Kasten mit seinem Deckel verschließt. Will man keinen Deckel anwenden, so schüttet man Sand oder gepulverten feuerfesten Thon in hinreichender Dicke auf den gefüllten oder doch fast gefüllten Kasten. Ein jeder Kasten ist an einer seiner kürzeren Seiten mit einer Oeffnung versehen, welche einer ähnlichen Oeffnung in der einen kürzeren Ofenmauer entspricht; beide werden während des Processes verschlossen gehalten und nur dann geöffnet, wenn man sich durch die Herausnahme eines Probestabes von dem Grade überzeugen will, bis zu welchem die Stahlbildung vorgeschritten ist. Das Anfeuern eines besetzten Ofens muss sehr allmählig geschehen, namentlich um das Springen der Thonkasten zu verhindern, was stets einen Verlust von Stahl nach sich zieht, indem zu viel und zu sauerstoffhaltige Gasarten durch den entstandenen Riss eindringen und entweder einen Theil der Eisenstäbe ganz verschlacken oder doch die Stahlbildung sehr erschweren. Nach 2—4

Tagen pflegt der Ofen den zur Cementation erforderlichen Hitzgrad erreicht zu haben. Die fernere Dauer des Brandes richtet sich alsdann ganz nach der Beschaffenheit, welche die von Zeit zu Zeit herausgenommenen Probestäbe zeigen. Bemerket man keinen Kern von unverändertem Stabeisen an denselben, sondern eine feinkörnige, graue Bruchfläche, so wird mit dem Feuern sogleich nachgelassen und bald ganz aufgehört. Alle Oeffnungen, durch welche Luft in den Ofen strömen könnte, werden geschlossen, damit eine sehr allmälige Abkühlung eintritt, welche sowohl das Ofengemäuer als namentlich die Kasten vor dem Springen bewahrt. Die ganze Dauer des Processes richtet sich nach der Gröfse der Oefen, der Art des angewendeten Brennmaterials und nach mancherlei anderen Umständen; sie kann mitunter nicht viel mehr als 4, oft aber auch 10 — 12 Tage betragen. Bei Oefen mittlerer Gröfse, die auf einen Einsatz von 40 — 50 Ctr. Stabeisen berechnet sind, ist eine Woche gewöhnlich vollkommen hinreichend. Solche Oefen scheinen übrigens, in ökonomischer Hinsicht, sich am vortheilhaftesten zu bewähren. Hat sich der Ofen, im Laufe von einigen Tagen, so weit abgekühlt, dass es den Arbeitern möglich wird, hineinzugehen, so wird er an derselben Stelle aufgebrochen, wie früher beim Einsetzen der leeren Kasten, und die Stahlstäbe so wie das Cementirpulver werden herausgenommen. Die Stäbe zeigen nun eine völlig blanke mehr oder weniger mit Blasen besetzte Oberfläche; daher der Name *Blasenstahl*. Diese Blasen sind keinesweges eine Folge *des eigentlichen Cementirens*, sondern die Eisenstäbe würden sich mit denselben auch bedeckt haben, wenn man sie in irgend einer anderen unschmelzbaren, pulverförmigen Masse geglüht hätte, als Kohlen- oder Cementir-Pulver. Sie rühren offenbar von kleinen Quantitäten verschlackten Eisens her, welche sich im Innern des Stabeisens befanden und in der Weißglühhitze oxydirend auf den Kohlenstoffgehalt des letzteren einwirken, wodurch Kohlenoxydgas entwickelt wurde, das sich mit Gewalt einen Ausweg zu erzwingen suchte und dadurch die blasenförmigen Erhöhungen hervorbrachte. Das Gewicht der sämtlichen Stäbe hat, durch ihre Verwandlung in Stahl  $\frac{1}{3}$  —  $\frac{1}{2}$ , im Durchschnitte etwa  $\frac{2}{5}$  Procent zugenommen, sobald das angewendete Eisen nicht zu sehr gerostet war. Die Stahlmasse zeigt sich sehr spröde, ohne aber eine entsprechende Härte zu besitzen. Sobald die Stäbe daher keinen Eisenkern besitzen, können sie leicht in Stücke zerschlagen werden. — Die Gewinnung des Cementstahls ist unleugbar ein vollkommener, wenn allerdings auch mehr kostspieliger Process als die des Schmelzstahls; nicht allein weil das Material zu ersterer besser ausgesucht werden kann, sondern auch weil man den Gang des Processes mehr in seiner Gewalt hat. Zugleich können die erhaltenen Stahlstäbe einer genauen Sortirung unterworfen werden, durch welche es möglich wird, bei der weiteren Verarbeitung derselben, die passendsten Stücke zusammenzubringen und dadurch die Bildung eines Stahls von gewünschten Eigenschaften zu befördern. — In England wird Cementstahl an einigen Orten auf eine andere Art als die eben beschriebene gewonnen. Man legt Eisenstäbe in große eiserne Röhren, welche inwendig mit einem Ueberzuge von feuerfestem Thon versehen sind, und leitet bei einer starken Glühhitze ölbildendes Gas (Kohlenwasserstoff im Maximum von Kohle) durch diese Röhren, in denen die Eisenstäbe so auf Unterlagen vertheilt sind, dass sie einander nicht berühren und

dem Gase hinreichenden Raum zum Durchströmen lassen. Bekanntlich hat das ölbildende Gas die Eigenschaft, in der Glühhitze decomponirt zu werden, und die Hälfte seines Gehaltes an Kohlenstoff in pulverförmiger Gestalt abzusetzen. Die Cementirung geschieht also hier durch ganz reinen Kohlenstoff, wodurch es glaubhaft wird, dass auf diese Weise ein vorzüglich reiner Stahl erhalten werden kann. Allerdings muss vorausgesetzt werden, dass das ölbildende Gas vollkommen frei von schädlichen Beimengungen sey, namentlich von schwefelhaltigen Gasen. Dies kann aber wohl nur sehr selten oder vielleicht nie der Fall seyn, wenn man dasselbe durch Verkoakung von Steinkohlen erzeugt. Besser ist es daher, wie Vismara vorgeschlagen hat, das Kohlenwasserstoffgas durch Zersetzung von Talg oder anderen Fettarten in der Glühhitze zu entwickeln. Gewiss ließe sich hierzu auch sehr harzreiches Holz, Pech u. s. w. anwenden. Es scheint übrigens nicht, als wollte diese, zuerst von Mac Intosh ausgeführte Gas-Cementirmethode großen Eingang finden, möglicher Weise, weil dieselbe mancherlei Schwierigkeiten in der praktischen Ausführung haben mag und die erforderlichen Kosten nur bei Fabricirung der feinsten Stahlsorten gedeckt werden können. —

Sowohl der Schmelzstahl, in dem Zustande, wie er im Stahl-Frischheerde gewonnen wird, wie auch der aus dem Cementirkasten kommende Cementstahl geben kein Product ab, welches ohne weitere Vorbereitung als Stahl angewendet werden könnte. Beide sind nur ein roher Stahl, Rohstahl, welcher an verschiedenen Stellen seiner Masse eine verschiedenartige, theils bessere, theils schlechtere Beschaffenheit besitzt. Die Aufgabe der Stahl-Raffinirung ist es, den Rohstahl in eine möglichst homogene, fein krystallinische Masse umzuwandeln, welche alle Eigenschaften eines guten Stahls an sich trägt. Zum Theil, aber nicht in hohem Grade, wird dies schon erreicht, wenn der aus dem Frischheerde gehobene Schmelzstahl-Kuchen, auf die früher angegebene Art, in Stücke zerhauen, jedes Stück zweckmäßig unter dem Hammer behandelt und zu einem Stabe ausgereckt wird; und ebenso verbessert sich die Qualität des rohen Cementstahls, wenn man die einzelnen Stäbe schweißwarm macht und ausschmiedet. Dieses erste Ausschmieden des Rohstahls wird gemeinlich das Plätteln desselben genannt. Die Breite der hierdurch erhaltenen Schienen beträgt meist nicht viel unter  $1\frac{1}{2}$  Zoll, ihre Länge ist, als unwesentlich, sehr verschieden, und ihre Dicke sollte so gering als möglich seyn. Die geplätteten, rothglühend vom Hammer kommenden Stäbe werden in Wasser geworfen, durch welche beschleunigte Abkühlung einige in Stücke zerspringen, während andere ganz bleiben. Nun folgt die Operation des Gerbens. Zwischen zwei der größeren Stahlstäbe werden so viel kürzere Stücke gelegt, dass das ganze Paquet, die Garbe, eine Dicke erlangt, als wenn man 6 oder 8 ganze Stäbe mit ihren breiten Seiten an einander gefügt hätte; im Falle dass kleinere Stücke mangeln, legt man die genannte Anzahl ganzer Stäbe zusammen. Die Garbe wird mit einer zweckmäßig hierzu construirten Zange gepackt und auf einem Schmiede- oder Frischheerde zur Schweißhitze gebracht, worauf ein Ausschmieden zu etwa  $1\frac{1}{2}$ zölligen Quadratstangen erfolgt. Hierdurch erhält man den einmal raffinirten Stahl. Soll derselbe noch ein oder mehrere Male raffinirt werden, so wird eine solche Stange in der Mitte mit dem Setzeisen überhauen, mit ihren

Enden zusammengebogen und abermals ausgereckt, welcher Process alsdann noch einige Male wiederholt werden kann. Da jedoch jede einzelne Raffinirung nicht allein mit Brennmaterial-Aufgang, sondern auch mit Eisenverbrauch verknüpft ist, und da man zuletzt Gefahr läuft, einen verbrannten, stabeisenartigen Stahl zu erhalten, so ist die oftmalige Wiederholung dieser Operation keinesweges anzurathen. Weit besser thut man, die Plätt-Schienen so dünn als möglich darzustellen, eine größere Menge derselben über einander zu legen, und das Raffiniren nur allenfalls einmal zu wiederholen. So einfach, wie die Darstellung des raffinirten Stahls nach dieser Beschreibung erscheint, ist dieselbe übrigens nicht, indem dazu sehr geübte Arbeiter erfordert werden, welche namentlich eine große Fertigkeit besitzen müssen, aus dem Ansehn der Bruchflächen die Beschaffenheit der einzelnen Stahlstücke zu beurtheilen, um sie hiernach zweckmäßig zu einer Garbe zusammenzulegen. Indem nämlich das Gerben dazu dienen soll, verschiedene Stahlstücke, von denen einige zu weich, andere zu hart, d. h. zu kohlenstoffarm oder zu kohlenstoffreich sind, gewissermaßen zusammenzukneten, und dadurch eine mittlere aber gute Beschaffenheit des vereinigten Materials hervorzubringen, so würde dieser Zweck mehr oder weniger verfehlt werden, wenn man die Garben ohne Ueberlegung und Auswahl bilden wollte. Ferner muss das Augenmerk des Arbeiters darauf gerichtet seyn, beim Schweißen der Garben den Stahl so viel als möglich vor zu starkem Abgang oder gar vor Verbrennung zu schützen. Als gutes Hülfsmittel in dieser Hinsicht dient das Bestreuen des Stahls mit fein gepulvertem, gebranntem Thon, der die Bildung einer Schlackendecke verursacht, welche nicht allein Eisen und Kohlenstoff vor dem Verbrennen sichert, sondern auch das Zusammenschweißen der einzelnen Stäbe bedeutend erleichtert.

Anstatt den Rohstahl durch Gerben zu raffiniren, kann die Homogenität seiner Masse auch durch Schmelzung hervorgebracht werden. Solcher Stahl, welcher durch Zusammenschmelzen von Rohstahlstücken erhalten worden ist, heißt Gussstahl. Hauptsächlich pflegt man hierzu den rohen Cementstahl anzuwenden, und es giebt in England viele Stahlfabriken, welche nur Cementstahl bereiten, um ihn zu Gussstahl umzuschmelzen. Es ist nämlich eine Eigenthümlichkeit des Cementstahls, dass sich derselbe weit weniger zum Gerben eignet als der rohe Schmelzstahl, indem sich sein Kohlenstoffgehalt in der Weißglühhitze bedeutend leichter vermindert als es bei letzterem der Fall ist. Ohne Zweifel ist die Verbindung zwischen Kohle und Eisen im Cementstahl weniger innig als im Schmelzstahl. Das Zusammenschmelzen der zu kleinen Stücken geschlagenen Stahlstäbe ist ein in chemischer Hinsicht sehr einfacher Process, bei welchem es besonders auf einen sehr gut ziehenden Windofen und sehr feuerfeste Tiegel ankommt. Letztere, welche fast nie größer angefertigt werden, als dass sie 50 bis 60 Pfd. Preufs. Stahl fassen können, sind entweder die bekannten Graphit-(Ipscr-) Tiegel, oder sie werden aus einer Masse angefertigt, welche aus 2 Volumtheilen feuerfestem Thon und 1 Thl. Koakspulver besteht. Anstatt des Koakspulvers kann, noch besser, Graphit angewendet werden. Ein solcher mit Stahlstücken gefüllter Tiegel wird in der Regel in einem Windofen erhitzt, in welchem nur ein Tiegel Platz hat. Die Feuerung geschieht durch Koaks. In England hat man auch Gussstahl-Schmelzöfen, in denen 4 Tiegel zugleich, 2 auf jeder Seite

eines Rostes durch die Flamme von Steinkohlen erhitzt werden. Statt eines Windofens kann man natürlicher Weise einen Gebläseofen anwenden, und zwar den Sefström'schen gewiss am vortheilhaftesten. Die Stahlstücke im Tiegel mit einem Flusse zu bedecken ist nicht nöthig, sobald man den Tiegel gut mit einem Deckel verschließt. Will man aber einen Fluss anwenden, so giebt es hierzu kaum einen besseren und einfacheren als reines, metallfreies Glaspulver, allenfalls mit etwas Borax vermengt. Beim Ausgießen des geschmolzenen Stahls in die eisernen Formen ist eine Flussdecke aber stets hinderlich, und es ist daher am zweckmäsigsten, dieselbe ganz fortzulassen, namentlich wenn man den Stahl in Oefen schmelzt, in denen die Tiegel ganz vom Brennmateriale umgeben sind, also keine Oxydirung der Oberfläche des geschmolzenen Stahls zu befürchten steht.

Ein Mittel zur Verbesserung des Gusstahls, über dessen Wirksamkeit aber verschiedene Meinungen herrschen, soll die Legirung desselben mit geringen Quantitäten einiger Metalle seyn. Nach Faraday's und Stoddart's Versuchen soll Stahl, welcher mit 0,2 Procent Silber, 1—2 Pr. Platin (auch Rhodium, Palladium, Osmium und Iridium) oder 1—3 Pr. Chrom legirt ist, sehr vorzügliche Eigenschaften besitzen. Der Platinstahl ist besonders durch seine Eigenschaft ausgezeichnet, dem Rosten in weit geringerem Grade ausgesetzt zu seyn als anderer Stahl. Die anderen legirten Stahlarten sollen eine Härte haben, welche selbst noch die des besten ostindischen Wootz (s. d.) übertrifft; vorzüglich wird der Rhodiumstahl in dieser Hinsicht gerühmt. Der Chromstahl erhält durch Aetzung seiner Oberfläche einen sehr schönen Damast. Karsten bezweifelt, dass das Silber im Silberstahl wirklich chemisch mit dem Stahle verbunden sey, indem es sich, in größerer Quantität als 0,2 Procent zugesetzt, erkennbar beim Erkalten des geschmolzenen Stahls ausscheidet. Mit Platin, Rhodium, Palladium, Osmium und Iridium scheint Stahl dagegen in allen Verhältnissen zusammengeschmolzen werden zu können, und es entstehen dadurch Legirungen, welche gewiss praktische Wichtigkeit erlangen würden, wenn jene Metalle nicht allzu kostbar wären.

Th. S.

Eisen, Bestimmung desselben. Zur quantitativen Bestimmung des Eisens wird dasselbe stets als Oxyd gefällt und gewogen, mag es nun in der zu untersuchenden Substanz schon als Oxyd oder als Oxydul oder Metall enthalten sein. Man sucht zunächst es in Salzsäure oder Schwefelsäure aufgelöst zu erhalten. Enthält die Auflösung noch einen Theil oder alles Eisen als Oxydul, so muss dieses vor der Fällung in Oxyd verwandelt werden, dadurch, dass man die Auflösung zum Sieden erhitzt und nach und nach concentrirte Salpetersäure ihr zusetzt, so lange als noch rothe Dämpfe entweichen und bis die Flüssigkeit eine gelbe Farbe angenommen hat. Ist die Auflösung sehr verdünnt, so ist es vorzuziehen, zur Oxydation des Eisens Chlorgas hineinzuleiten, weil in diesem Falle die Oxydation durch Salpetersäure nur langsam und schwierig bewirkt wird. Nach der vollständigen Oxydation des Eisens wird die Flüssigkeit mit Ammoniak gefällt, welches man in einigem Ueberschuss zusetzt. Der rothbraune voluminöse Niederschlag von Eisenoxydhydrat wird abfiltrirt, ausgewaschen und getrocknet, wobei er stark zusammen schwindet. Nach dem Austrocknen wird er in einem Tiegel geglüht, wobei man im Anfange vorsichtig



und mit aufgelegtem Deckel erhitzt, weil der Niederschlag oft decrepitiert und dadurch leicht Theilchen desselben herausgeworfen werden können. Das Filter wird verbrannt und die Asche desselben zu dem Oxyd in den Tiegel gelegt. Das Glühen geschieht zuletzt bei Luftzutritt, um jeder Reduction des Oxyds durch Kohle vom Filter oder durch das Ammoniak, welches der Niederschlag enthält und welches beim Glühen entweicht, vorzubeugen. Das geglühte Oxyd wird gewogen und aus seinem Gewichte die Menge des Eisens in der Verbindung berechnet.

Wird statt Ammoniak zur Fällung des Eisenoxyds Kali angewendet, so erhält man den Eisengehalt zu groß, weil der Niederschlag chemisch gebundenes Kali enthält. Ist daher das Eisenoxyd, um es von anderen Substanzen zu trennen, durch Kali gefällt worden, so muss es wieder in Salzsäure aufgelöst und daraus durch Ammoniak niedergeschlagen werden.

Zur Trennung von anderen Substanzen wird das Eisen in manchen Fällen als Schwefelverbindung gefällt. Dabei ist es gleichgültig, auf welcher Oxydationsstufe dasselbe sich in der Auflösung befindet. Letztere wird dazu, wenn sie sauer ist, mit Ammoniak neutralisirt und Ammonium-Sulfhydrat in schwachem Ueberschusse zugesetzt. Den entstandenen schwarzen Niederschlag von Schwefeleisen lässt man sich absetzen; bleibt dabei die überstehende Flüssigkeit noch grün gefärbt, wie es vorzüglich bei Gegenwart organischer Substanzen der Fall ist, so rührt dieses von fein zertheiltem in der Flüssigkeit suspendirten Schwefeleisen her, welches in diesem Zustande mit durch das Filter geht. Man muss dann vor dem Filtriren die Flüssigkeit, vor Luftzutritt geschützt, längere Zeit gelinde erwärmen, wodurch das Schwefeleisen sich vollständig absetzt (H. Rose). Der Niederschlag wird hierauf rasch und ohne Unterbrechung abfiltrirt und mit Wasser, dem etwas Ammonium-Sulfhydrat zugemischt worden, ausgewaschen, weil er an der Luft sich rasch oxydirt. Aus diesem Grunde kann man auch nicht aus seinem Gewichte das des Eisens berechnen. Man bringt ihn daher noch feucht mit dem Filter in ein Becherglas und löst ihn in Salzsäure in gelinder Wärme auf. Die Auflösung wird filtrirt, mit Salpetersäure oder Chlor behandelt, und dann das Eisen durch Ammoniak als Oxyd gefällt. Sehr geringe Mengen von Schwefeleisen kann man indess durch bloßes Glühen im Platintiegel bei Luftzutritt in Oxyd verwandeln.

Um die Oxydationsstufe zu bestimmen, auf der sich das Eisen in einer Verbindung befindet, kann man auf verschiedene Weise verfahren. Ist die Substanz von der Art, dass das darin enthaltene Oxyd des Eisens durch Wasserstoffgas zu Metall reducirt wird, so ist es am einfachsten, eine gewogene Menge desselben in einem Strome trocknen Wasserstoffgases zu erhitzen, so lange bis kein Wasser mehr gebildet wird, das erzeugte Wasser auszutreiben, und den Rückstand, nachdem er im Wasserstoffgase erkaltet ist, zu wägen. Der Gewichtsverlust giebt die Menge des mit dem Eisen verbundenen Sauerstoffs an. In dem Rückstande wird dann der Eisengehalt durch Ausziehen desselben mit Salzsäure, Oxydation der Auflösung und Fällen mit Ammoniak bestimmt. Dieses Verfahren ist auch dann anwendbar, wenn die Verbindung noch andere Oxyde enthält, die durch Wasserstoff reducirt werden, indem man diese ihrer Quantität nach bestimmt, und den in ihnen

enthaltenen Sauerstoff von dem Gewichtsverluste, den die Substanz beim Erhitzen in Wasserstoffgas erlitt, abzieht, worauf der Rest den mit dem Eisen verbundenen Sauerstoff angiebt.

Nach anderen Methoden wird die Menge des Oxyds, oder die des Oxyduls, und zugleich die ganze Menge des in der Verbindung enthaltenen Eisens direct bestimmt, worauf sich der Gehalt an Oxydul oder an Oxyd durch Rechnung ergibt. Sie setzen voraus, dass aus der Verbindung ohne vorhergehendes Glühen mit Alkali das Eisen durch Säure ausgezogen werden kann. Um einer Oxydation durch den Sauerstoff der Luft vorzubeugen, muss diese Auflösung so viel wie möglich bei Luftabschluss bewirkt werden, am besten in einem Gefäße, aus dem durch hineingeleitete Kohlensäure die Luft ausgetrieben wurde. Zur Bestimmung des Eisenoxyds bedient sich Berzelius des metallischen Silbers, welches, mit der salzsauren Auflösung in Berührung gebracht, das Eisenchlorid zu Chlorür reducirt; dasselbe wird hierzu, um es fein zertheilt zu erhalten, aus salpetersaurem Silber durch metallisches Kupfer gefällt, und zur sichern Entfernung alles Kupfers eine Weile mit einer Lösung von salpetersaurem Silber gekocht. Die Substanz wird in Salzsäure aufgelöst, die klare Flüssigkeit von dem etwa Ungelösten abgegossen, letzteres rasch mit ausgekochtem Wasser abgespült, und die sämtliche Flüssigkeit in eine Flasche gegossen, die eine gewogene Menge von dem pulverförmigen metallischen Silber enthält, und von solcher Größe ist, dass sie von der Flüssigkeit fast ganz angefüllt wird. Die Flasche wird verschlossen, und dann in kochendem Wasser unter öfterm Umschütteln so lange erhitzt, bis alles Eisenchlorid zu Chlorür reducirt ist, was man an der Farbe der Flüssigkeit erkennt. Das mit Chlorsilber vermischte Silberpulver wird dann abfiltrirt, ausgewaschen, scharf getrocknet und gewogen. Seine Gewichtszunahme giebt die Quantität des von dem Eisenchlorid aufgenommenen Chlors an, wovon jedes Doppelatom einem Atome Eisenoxyd entspricht. Fuchs wendet zur Bestimmung des Eisenoxyds metallisches Kupfer an, welches sich auf Kosten des Eisenchlorids in Chlorür verwandelt. Die salzsaure Auflösung wird dazu, um das Kupferchlorür aufgelöst zu erhalten, mit vieler freier Salzsäure vermischt, und in einer bedeckten Flasche, die davon fast ganz angefüllt wird, bei 100° mit reinem gewogenen Kupferblech digerirt, so lange bis die Flüssigkeit die Farbe des Eisenchlorürs hat. Das ungelöst gebliebene Kupfer wird dann herausgenommen, ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Was es an Gewicht verloren hat, rührt von aufgelöstem Kupfer her, wovon 2 At. einem Atome Eisenoxyd entsprechen. H. Rose bestimmt das Eisenoxyd dadurch, dass er das Chlorid durch Schwefelwasserstoff reducirt und den ausgeschiedenen Schwefel wägt. Die salzsaure Auflösung wird dazu mit gesättigtem klarem Schwefelwasserstoffwasser vermischt und die Mischung in einer ganz angefüllten verschlossenen Flasche einige Tage stehen gelassen, worauf man die Flüssigkeit, die noch Schwefelwasserstoff enthalten muss, von dem ausgeschiedenen Schwefel klar abgießt, und letzteren nebst dem Reste der Flüssigkeit möglichst rasch auf ein gewogenes Filter bringt, auf welchem man ihn auswäscht und in gelinder Wärme trocknet. Er wird dann gewogen, und nach dem Wägen verbrannt, wobei oft geringe Mengen von in Salzsäure unlöslichen Substanzen, die die Verbindung enthielt, zurückbleiben, deren Gewicht bestimmt und abgezogen wird. Der Rest giebt

die Menge des ausgeschiedenen Schwefels, welchem für jedes Atom 1 At. Eisenoxyd entspricht.

Zur Bestimmung des Eisenoxyduls wird die Auflösung in Salzsäure mit einer Lösung von Kalium- oder Natrium-Goldchlorid vermischt und die Mischung in einer verschlossenen Flasche einige Zeit ohne Erwärmung stehen gelassen. Das Goldchlorid wird von dem Eisenchlorür reducirt und metallisches Gold ausgeschieden, welches auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, gelinde geglüht und gewogen wird. Für jedes Atom ausgeschiedenen Goldes sind 3 At. Eisenoxydul zu berechnen.

Die beiden Oxyde des Eisens können nach Fuchs auch direct dadurch bestimmt werden, dass man die Auflösung mit kohlensaurem Kalk behandelt, welcher das Eisenoxyd als basisches Salz ausfällt, und das Oxydul gelöst lässt. Die salzsaure Auflösung wird dazu mit überschüssigem kohlensaurem Kalk vermischt und die Mischung gelinde, aber nicht bis zum Kochen, erwärmt, worauf man das Gefäß verschließt und das ausgeschiedene Eisenoxyd nebst dem überschüssigen Kalk sich absetzen lässt. Die Flüssigkeit wird dann klar abgegossen, der Rest rasch abfiltrirt und der Rückstand auf dem Filter mit ausgekochtem Wasser ausgewaschen, dann letzterer in Salzsäure aufgelöst und aus der Lösung, die zur Austreibung der Kohlensäure vorher erhitzt wird, das Eisenoxyd durch Ammoniak gefällt. Letzteres muss, um eine Beimischung von kohlensaurem Kalk zu vermeiden, rasch und möglichst vor Luftzutritt geschützt, abfiltrirt werden. Die Flüssigkeit, aus der das Eisenoxyd durch Kalk gefällt worden, wird zur Oxydation des Eisenoxyduls mit Salpetersäure oder Chlor behandelt, und dann gleichfalls durch Ammoniak das Eisenoxyd daraus gefällt, aus dessen Gewicht die Menge des Oxyduls berechnet wird.

Bei solchen Substanzen, die nicht in Säuren auflöslich oder dadurch zersetzbar sind, sind alle diese Methoden nicht anwendbar, indem bei einem vorhergehenden Glühen mit Alkali immer ein großer Theil des Eisenoxyduls durch die Luft in Oxyd verwandelt wird. Es fehlt für diesen Fall überhaupt an einem Mittel, die relativen Quantitäten von Eisenoxydul und -Oxyd zu bestimmen, und man bleibt selbst oft in Zweifel darüber, auf welcher Oxydationsstufe sich das Eisen in einer solchen Substanz befindet. Bei der Analyse derselben erhält man den ganzen Eisengehalt als Oxyd, und man nimmt gewöhnlich an, dass es als solches in der Substanz enthalten ist, wenn das Gewicht aller bei der Analyse gefundenen Bestandtheile zusammengenommen das der angewandten Substanz nicht übertrifft, wogegen man aus einem stattfindenden Ueberschusse auf die Gegenwart von Oxydul schließt. Das so erhaltene Resultat wird indess nur dann einigermaßen der Wahrheit nahe kommen, wenn die Analyse sehr sorgfältig ausgeführt wird, und das Eisen zugleich in beträchtlicher Menge in der Substanz enthalten ist.

Da das Eisen aus sauren Auflösungen durch Schwefelwasserstoffgas nicht gefällt wird, so kann es durch dieses Gas von allen dadurch fällbaren Metallen getrennt werden, wobei nur zu beachten, dass die mit Schwefelwasserstoff behandelte Flüssigkeit das Eisen stets als Oxydul enthält, und daher vor der Fällung mit Ammoniak durch Salpetersäure oder Chlor oxydirt werden muss. Von den Alkalien und alkalischen Erden wird das Eisen durch Fällung mit Ammoniak als Oxyd

getrennt. Enthält die Flüssigkeit alkalische Erden, so muss der Niederschlag rasch und möglichst vor dem Zutritt der Luft geschützt, abfiltrirt werden, damit nicht das Ammoniak Kohlensäure aufnimmt, und dadurch kohlensaure Erden, die sich dem Eisenoxyd beimischen, gefällt werden. Die Trennung des Eisens von den eigentlichen Erden, so wie vom Mangan, Nickel, Kobalt und Zink, s. bei diesen Substanzen. Ueber die Trennung des Eisens vom Chrom vergl. S. 267, über die Analyse des Roh- und Stabeisens S. 693. *Schn.*

Eisen <sup>1)</sup>. Zusammensetzung der wichtigsten Verbindungen des Eisens:

	Formel.	Atomgew.	Metall.	Metalloid.
Eisenbromid	$\text{Fe}_2\text{Br}_6$	3613,33	18,78	81,22
Eisenbromür	$\text{FeBr}_2$	1317,51	25,75	74,25
Eisenchlorid	$\text{Fe}_2\text{Cl}_6$	2006,36	33,81	66,19
Eisenchlorür	$\text{FeCl}_2$	781,86	43,38	56,62
Eisencyamid	$\text{Fe}_2\text{Cy}_6$	1668,14	40,67	59,33
Eisencyanür	$\text{FeCy}_2$	669,12	50,69	49,31
Eisenfluorid	$\text{Fe}_2\text{F}_6$	1379,89	49,17	50,83
Eisenfluorür	$\text{FeF}_2$	573,01	59,20	40,80
Eisenjodid	$\text{Fe}_2\text{J}_6$	5416,91	12,52	87,48
Eisenjodür	$\text{FeJ}_2$	1918,70	17,68	82,32
Eisenoxyd	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	978,41	69,34	30,66
Eisenoxydul	$\text{FeO}$	439,21	77,23	22,77
Eisenoxydul-Oxyd	$\text{FeO, Fe}_2\text{O}_3$	1417,61	71,78	28,22
Eisensäure	$\text{FeO}_3$	639,21	53,07	46,93
Eisensub sulfuret I.	$\text{Fe}_8\text{S}$	2914,81	93,10	6,90
Eisensub sulfuret II.	$\text{Fe}_2\text{S}$	879,57	77,13	22,87
Eisensulfuret	$\text{FeS}$	540,37	62,77	37,23
Eisensesquisulfuret	$\text{Fe}_2\text{S}_3$	1281,90	52,92	47,08
Eisenbisulfuret	$\text{FeS}_2$	741,54	45,74	54,26

Eisenalaun s. schwefelsaures Eisenoxyd.

Eisenamalgam s. Amalgam Thl. I. S. 274.

Eisenapatit s. Triphyllin.

Eisenäther. Eisenchlorid löst sich in seinem vierfachen Gewichte Aethers. Wird die wässrige Lösung des Eisenchlorids mit Aether geschüttelt, so entzieht dieser die Eisenverbindung dem Wasser und bildet damit eine goldgelbe Lösung. Durch das Sonnenlicht wird sie zersetzt, alles Eisen scheidet sich als krystallinisches Eisenchlorür ab, die Flüssigkeit enthält Aethylchlorür, eine andere Chlorkohlenwasserstoffverbindung und beim Abdampfen hinterlässt sie einen in Aether löslichen, in Wasser, Alkohol und Terpentinöl unlöslichen Rückstand.

<sup>1)</sup> Der obigen Tabelle liegt die Zahl 339,21 als Atomgewicht des Eisens zu Grund. Aber Wackenroder hat mit Stromeyer zusammen als Mittel aus vielen Versuchen einen Sauerstoffgehalt von 30,15 Proc. in dem Eisenoxyd gefunden (1826. Pogg. Annal. d. Phys. Bd. VI. S. 471). Als Mittel aus den genauesten dieser Versuche findet er einen Sauerstoffgehalt von 30,028 (Arch. d. Pharm. Bd. XXXV. S. 279 — 285 und Bd. XXXVI. S. 22 — 30 oder Centralblatt 1844 S. 47), wonach das Atomgewicht des Eisens 349,533 seyn müsste.

Die neuesten Versuche über das Atomgewicht des Eisens sind von L. Svanberg und Norlin. Nach ihnen ist es = 349,800.

In der Medicin findet die Mischung mit Alkohol verdünnt schon seit langer Zeit Anwendung. Ihre Composition nach einer höchst umständlichen Vorschrift wurde 1725 von Bestuscheff erfunden und dieselbe als Geheimmittel verkauft, so wie von De Lamotte, der sich durch einen Laboranten Bestuscheff's die Vorschrift dazu verschafft hatte; die Kaiserin Katharina von Russland kaufte das Geheimniss. Klapproth, Bucholz, Tromsdorff vereinfachten die Darstellungsmethode dieser Tinctur, die man früher für goldhaltig hielt und die unter einer Menge von Namen: eisenhaltiger schmerzstillender Spiritus oder Liqueur, Bestuscheff's Nerventinctur, de Lamotte's Goldtropfen, *Spir. sulfurico-aethereus martialis*, *Liq. anodynus martialis*, *Tinctura tonico-nervina Bestuscheffi* u. s. w. bekannt ist.

Jetzt bereitet man sie durch Schütteln von gleichen Theilen zerflossenen Eisenchlorid (Eisenöl) und Aether oder durch Lösung von 1 Th. krystallisirten Eisenchlorids in 4 Theilen Aether. Nach dem Absetzen des Ungelösten wird der klare eisenhaltige Aether mit seiner doppelten Menge Alkohol vermischt und in verschlossenen farblosen Gläsern dem Sonnenlichte ausgesetzt, bis sich die Flüssigkeit gänzlich entfärbt hat, was durch die oben angegebene Zersetzung des Aethers und des Chlorids entsteht. Ein Theil des Eisenchlorürs bleibt in dem Alkohol gelöst. An einem dunklen Orte, in nicht vollkommen vor allem Luftzutritt geschützten Gefäßen aufbewahrt, wird er durch Oxydation wieder gelblich. Untauglich zum medicinischen Gebrauche ist er aber, wenn sich ein eisenartiger Absatz gebildet hat und freie Chlorwasserstoffsäure darin enthalten ist. Alkalien müssen daraus Eisenoxydul, nicht braunes Oxydhydrat fällen.

Schn.

Eisenbaum, Glauber's, *Arbor martis Glauberi*. Wenn in eine Lösung von kieselsaurem Kali ein Stück eines Eisenoxydul- oder Oxydsalzes gelegt wird, so zersetzt sich letzteres, es bildet sich ein gallertartiger Niederschlag, der Eisenoxydul oder Oxyd in Verbindung mit Kieselsäure und Kali enthält, während sich Kohlensäure entwickelt, die in dem Niederschlage eingehüllt bei ihrem langsamen Entweichen diesen röhrenförmig mit sich in die Höhe zieht. Mulder analysirte die Niederschläge, welche sich in dieser baumartigen Form aus Eisenoxydulsalzen gebildet hatten, nach dem vollständigen Auswaschen an der Luft, wodurch das Oxydul in Oxyd umgewandelt war, und drückt die gefundene Zusammensetzung durch die Formel  $3 \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{SiO}_3 + \text{KO}, \text{CO}_2$  aus. Für die mit Eisenchlorid erhaltenen Niederschläge giebt er die Formel  $\text{KO}, 2 \text{SiO}_3 + 2 (\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{SiO}_3 + 2 \text{KOCO}_2$ .

Schn.

Eisenbeizen. Nach der Alaunbeize sind für die Färberei keine Salze wichtiger als die Eisensalze. Sie dienen theils an sich als Farbstoff, theils als eigentliches Beizmittel, wozu sie durch ihre grose, selbst die der Thonerde übersteigende Affinität zur Faser, besonders der Baumwolle und des Leinens, und durch die Leichtigkeit ihrer höhern Oxydation vorzüglich geschickt sind. Zu beiderlei Zwecken eignen sich zur Anwendung im Großen von Oxydulsalzen nur der Eisenvitriol und das essigsäure Oxydul, von Oxydsalzen das neutrale schwefelsäure, salpetersäure und essigsäure und der Eisenalaun. Das als Beize Wirksame in all diesen Salzen ist ein basisches Oxydsalz. Werden Zeuge oder Garne mit einem auflöslichen Eisenoxydsalze ge-

tränkt oder bedruckt, so wird durch eigene Affinität der Faser ein Theil desselben in ein saures und in ein basisches Salz geschieden und dieses letztere mit der Faser unlöslich verbunden. So bildet es die Basis, welche im Ausfärben mit den Farbstoffen höchst mannichfaltige helle, braune, graue und schwarze Farben erzeugt. Dabei hängt von der Stärke der Eisenbeize die Tiefe oder das Dunkle der Farbe ab, da das Gewicht der von der Faser aufgenommenen Eisenbasis und die dann im Ausfärben hervorgebrachte Dunkle der Farbe fast gleichen Schrittes steigt mit der Concentration der angewandten Beize, was beides bei der Thonbeize nicht in gleichem Mafse der Fall ist. Vom richtigen Verhältnisse der Menge des Pigments zur Stärke der Beize hängt hauptsächlich die Reinheit der Farbe ab; bei einzelnen Farbstoffen, z. B. dem Krapp, werden durch veränderte quantitative Verhältnisse ganz verschiedene Nüancen hervorgerufen. Wird auch die Eisenbeize nicht in einem Farbstoffe ausgefärbt, sondern durch ein folgendes alkalisches Bad Eisenoxydhydrat auf der Faser niedergeschlagen, so lässt sich auf diesem Wege eine Reihe Farben vom zartesten hellen Nanking bis zu einer dunklen Rostfarbe darstellen. Auch hier wird durch den Concentrationsgrad der Eisenbäder die Tiefe der erzeugten Farbe, durch Anwendung stärkerer oder schwächerer, kohlenaurer oder ätzender Laugen der Ton des niedergeschlagenen Hydrats, ob gelblicher oder röthlicher, bestimmt. Größern Einfluss noch übt der Oxydationsgrad. Gewisse Farben verlangen ein Eisenoxydul, z. B. das feine Blaugrau aus Cochenille. Auch zum Vordruck für Braun, Violet und Schwarz zieht man ein Gemenge von Oxydul und Oxyd den blofs Oxyd enthaltenden Beizen vor. Denn die Farbe an sich zwar ist eine Verbindung des Pigments mit Eisenoxyd und nicht mit Eisenoxydul; es ist aber vortheilhafter, dass das Eisen erst auf dem Zeuge selbst in den höchsten Oxydationszustand übergehe, weil es so mit der Faser sich vollkommener vereinigt. Dagegen ist zur vollkommnen Darstellung der Nanking- und Rostfarben, des Berlinerblau und besonders der Applicationsfarben, z. B. eines satten Schwarz, ein höchst oxydirtes Eisen erforderlich.

Da aber auch aus den Oxydulsalzen sehr leicht, durch bloße Einwirkung der Luft, basische Oxydsalze gebildet werden, da ferner die Säure des Salzes, sowohl wenn eine Rostfarbe erzeugt, als wenn auf das Eisen in einem Pigmente ausgefärbt werden soll, auf die Nüance keinen unmittelbaren Einfluss übt, so könnte es an sich gleichgültig scheinen, welches Eisensalzes man sich bedienen wollte. Aber es treten hier sehr wichtige Nebenumstände ein, welche die Wirkung der Beize wesentlich modificiren und theils für das Gelingen des Ausfärbens, theils für die Conservirung des Fadens sorgfältige Berücksichtigung erheischen. Diese sind hauptsächlich folgende:

1) Aus zwei an Eisen gleich starken Beizen nimmt die darin eingelegte Baumwollen- und Leinenfaser, bei gleicher Säure aus der Oxydlösung mehr auf, als aus der Oxydullösung; bei gleichem Oxydationsgrade aus der Verbindung mit vegetabilischen Säuren weit mehr als aus der mit Mineralsäuren; aus der neutralen mehr, als aus der überschüssige Säure enthaltenden.

2) Bei essigsäuren Beizen wird durch das Trocknen ein Theil der Essigsäure verflüchtigt und somit die Aufhäufung und Befestigung des basischen Oxydsalzes noch bedeutend vermehrt.

3) Wenn aus einem neutralen Eisenoxydsalze durch die Affinität der Faser ein basisches Salz ausgeschieden worden ist, so übt das hiermit zugleich gebildete saure Salz, besonders wenn es eine Mineralsäure enthält, und wenn es zugleich durch Eintrocknen auf der Faser concentrirt wird, einen schädlichen Einfluss auf die Stärke derselben aus (verbrennt sie).

Geschieht das Gleiche mit einem Oxydsalze, z. B. Eisenvitriol, so wird die Zerstörung noch merkbarer, da die Faser nicht nur die Einwirkung des gebildeten sauren Salzes erleidet, sondern auch die Bildung des Oxyds selbst nicht einzig mittelst der atmosphärischen Luft, sondern wahrscheinlich auch auf Kosten der Faser geschieht. Je rascher die Oxydation vor sich geht, desto mehr greift die Eisenbeize den Faden an; es wird dieses noch befördert, wenn das trocknende Zeug zugleich den Sonnenstrahlen ausgesetzt wird. Außer diesen beiden bei der Bildung des Eisenoxydsalzes auf dem Faden wirkenden Agentien ist es drittens auch das schon gebildete Oxyd selbst, welches bei großer Anhäufung seiner Masse in den Fasern, die Gewebe zerstört und selbst nach sofortiger Entfernung aller Säure (in dunklen Rostfarben) den Faden spröde und brüchig macht.

4) Ein weiterer Uebelstand, welchem alle auf der Faser zu einer höhern Oxydationsstufe übergehende Beizsalze, vor allen auch die Eisen- und Manganoxydsalze, unterworfen sind, ist die ungleiche Anhäufung des basischen Oxydsalzes, welche eintritt, wenn das Zeug unangewaschen der atmosphärischen Einwirkung ausgesetzt und dabei stellenweise durch vorschnelles Trocknen, an anderen Stellen durch Anhäufung des in Falten über einander liegenden Zeugs und somit durch mechanische Abhaltung des Luftzutritts und längeres Nass-erhalten einer gleichförmigen Oxydation entzogen wird.

5) Dieser Uebelstand der Oxydsalze wird noch vermehrt, wenn krystallisirbare angewendet werden, z. B. Eisenvitriol. Die Neigung dieser Salze, beim Eintrocknen zu krystallisiren, überwiegt die schwache Verwandtschaft der Baumwollenfaser; sie vermag das Salz nicht vollständig zu zersetzen, im folgenden Auswaschen geht alles Unzeretzte nutzlos wieder weg und das stellenweis von Beize entblößte Zeug wird im Ausfärben scheckig.

Durch diese letzteren Umstände wird ein Zeugdruck, besonders die gleichförmige Darstellung einfarbiger, sogenannter glatter, Böden erschwert, sowohl wenn das Eisen eine Rostfarbe darstellen, als wenn es Beize zum folgenden Ausfärben seyn soll. Man weicht diesen Uebelständen aus, theils durch Sorgfalt im Trocknen der eisenbedruckten Zeuge, theils durch richtige Wahl der Eisenbeizen. Man trocknet langsam, wo möglich in feuchter Luft. Mittelst geeigneter Apparate, in denen das Zeug während des Trocknens über Rollen läuft, setzt man dasselbe einer allseitig gleichförmigen Luftwirkung aus. Bei schweren Mustern lässt man das schon trockne Tuch vor dem Ausfärben noch mehrere Tage in feuchter Luft liegen. Hier verflüchtigt sich noch ein Theil der Säure und das Eisen wird höher oxydirt, was man an dem Dunklergelbwerden der aufgedruckten Beize erkennt.

Ein zweites Bedingniß des Gelingens liegt in der richtigen Wahl der Eisenbeizen. Zu leichten Farben kann der Drucker schwefelsaure, zu dunklen und satten Farben, welche große Anhäufung concentrirter Beize erfordern, ebenso aller Orten, wo unmittelbar

getrocknet werden muss (zum Vordruck und Tafelfarben), wird er nur essigsäure anwenden; zur Darstellung einfarbiger Grunde und zu Applicationsfarben soll er nur Oxyde nehmen.

Der Eisenvitriol, obschon das wohlfeilste aller Eisensalze, welches zugleich durch seinen krystallisirten Zustand den grossen Vortheil hat, dem Färber die Kenntnisse des in seiner Beize enthaltenen Eisenquantums zu erleichtern, findet doch nur sehr beschränkte Anwendung, am meisten in der Wollfärberei; auf Seide und Baumwolle nur für dunkle Rostfarben. Zur Anwendung im Drucke ist er aus oben angegebenen Gründen am wenigsten geeignet.

Das neutrale schwefelsäure und das salpetersäure Oxyd sind jetzt wohlfeil im Handel zu haben, so dass der Färber der Mühe überhoben ist, sie sich selbst darzustellen. Sie sind jedoch immer ungleich im Gehalt. Selbst das in trockner Gestalt im Handel vorkommende schwefelsäure Oxyd hat immer ungleichen Wassergehalt. Hält man sie in flüssiger Form vorrätzig, so lassen sie einen Theil ihres Eisenoxyds fallen. Somit ist immer die Schätzung des in ihnen enthaltenen Eisenquantums für den Färber unsicher; zugleich die Einwirkung des freien sauren Salzes auf den Faden zerstörend. Sie finden ihre Anwendung hauptsächlich in der Garnfärberei und zur Darstellung glatter Böden, wo durch ein unmittelbar folgendes Spühlen in Wasser oder Kleienbädern die überschüssige und saure Beize, oder häufiger noch durch alkalische Bäder alle Säure weggenommen und damit zugleich die erhaltene Rostfarbe erhöht (geschönt) wird. Zum Vordruck und zu Tafeldruckfarben diese Oxydsalze anzuwenden, wie noch häufig geschieht, ist nicht anzurathen; hier wird ihnen in Beziehung auf die Erhöhung der Farbe wenigstens mit gleich gutem Erfolge und in Beziehung auf Conservirung des Zuges mit grossem Vortheil essigsäures Eisenoxyd substituiert.

Der Eisenalaun ist noch ziemlich theuer und kommt im Handel selten in schönen Krystallen und rein vor, sondern enthält theils basischen Eisenalaun, theils auch Eisenvitriol. Er steht als Beize in Beziehung auf die Säuren dem Eisenvitriol parallel, hat aber vor ihm den Vorzug, ein Oxydsalz zu seyn. Vor den löslichen, schwefelsauren und salpetersauren Oxyden hat er den Vortheil eines gleichmässigen Eisengehalts und des Mangels freier Säure.

So wie sich die Lösung des Eisenalauns schon im Erwärmen gern in  $\frac{2}{3}$  und  $\frac{1}{3}$  basisches Doppelsalz zersetzt, so wird dieses Beizesalz auch durch den Einfluss der Baumwolle zerlegt und es bildet sich ganz nach Analogie des Vorgangs bei der Alaunbeize auf der damit imprägnirten Faser in Folge des Trocknens ein unlösliches basisches Doppelsalz, welches im Spühlen nicht vom Faden ablässt. Hingegen ist der Eisenalaun wegen seiner Mineralsäure zum Aufdruck concentrirter Lösungen, besonders auch zu Applicationsfarben nicht geschickt. Er kann also wohl mit Vortheil statt der schwefelsauren und salpetersauren Eisenoxydlösungen gebraucht werden, vermag aber nicht das essigsäure Oxyd zu ersetzen.

Zur Darstellung des essigsäuren Eisenoxyduls trugen sich die Färber mit einer grossen Menge Vorschriften, zum Theil Unnützes und Widersinniges enthaltend. In der sogenannten Schwarzküpe wurde ehemals aus Roggenmehl, Getreideschrot, Kleie mit Zusatz von Obstessig, Kochsalz u. s. w. die Essigsäure erzeugt; am Boden befand



sich das Eisen zur Auflösung, und da ein eingehängtes Gitter das Herabsinken der Waare in den Bodensatz hinderte, konnte oben gefärbt werden. Reines essigsäures Eisenoxydul stellt man dar durch Zerlegung aus Eisenvitriol und Bleizucker. Zur directen Darstellung einer starken essigsäuren Eisenauflösung ist es am vortheilhaftesten, eine Reihe ziemlich flacher Gefäße anzuwenden, welche so über einander gestellt sind, dass die im obersten aus Eisenstücken und Essig gebildete Auflösung in das zweite, gleichfalls mit Eisen beschickte, aus diesem in das dritte und so fort abgelassen werden kann, so dass aus dem untersten die Auflösung vollkommen gesättigt genommen wird.

Das Eisen bleibt bis zum frischen Aufguss der Luft ausgesetzt, wodurch die Oxydation beschleunigt und eine gesättigtere Eisenbeize erhalten wird. Jetzt benutzt man in den Färbereien wohl nirgends mehr ein anderes essigsäures Eisenoxydul, als das von einmal destillirter Holzsäure bereitete, welches aller Orten im Großen fabricirt und dem Färber wohlfeil und concentrirt genug geliefert wird. Dieses in Färberei und Druckerei ganz unentbehrliche Salz hat alle Vorzüge des reinen essigsäuren Eisenoxyduls, leichte Zersetzbarkeit durch die Faser und durch die Pigmente, Unschädlichkeit für den Faden, Unkrystallisirbarkeit beim Eintrocknen, und dazu noch den Vorzug, dass die damit gemengten Harze und empyreumatischen Oele die Oxydation verzögern. Es erhält sich nicht nur in flüssiger Gestalt besser im oxydulirten Zustande, als reines essigsäures Eisenoxydul, und eignet sich deshalb sehr gut zum Aufdruck auf dem Chassis, sondern auch die damit bedruckten Gewebe sind weniger dem Ungleichwerden ausgesetzt. Zwar ist wegen dieser empyreumatischen Oele das holzsaure Eisen nicht anwendbar zur Darstellung reiner Nanking- und Rostfarben; aber als Beizmittel wird es in der Seiden- und Baumwollfärberei, so wie auch zum Vordruck (für Krapp, Quercitron und Blauholz) fast ausschließlich gebraucht, mit Ausnahme der obenbezeichneten Fälle, wo ein Oxydsalz erforderlich ist.

Statt essigsäuren Eisenoxyds verwandte man früher in den Druckereien nur alte, lange der Luft ausgesetzte Oxydullösungen. Da diese aber immer noch viel Oxydul enthielten, um so mehr, da man gewöhnlich noch Eisen darin liegen hatte, um durch seine fortgehende Auflösung das niedergefallene basische Oxyd zu ersetzen, so konnte diese Beize besonders bei Applicationsfarben freilich die gewünschte Wirkung nicht haben, weshalb man dann immer wieder zum salpetersäuren Oxyde griff, oder wenn man die verbrennende Einwirkung der Säure vermeiden wollte, zum Vordruck auch rothgebrannten Eisenvitriol, mit Wasser auf dem Reibstein fein abgerieben, benutzte. Auch durch die seiner Zeit empfohlene Auflösung des Eisenoxydhydrats in kohlensaurem Kali wollte man nur der zerfressenden Wirkung der Salpetersäure ausweichen und doch ein höchst oxydirtes Eisen sich verschaffen. Alles dieses ersetzt vollkommen das essigsäure Oxyd. Man bereitet dieses in den Druckereien durch Auflösung eines mit Potasche aus Eisenvitriol gefällten, an der Luft ausgebreiteten und roth gewordenen Oxydhydrats in Essigsäure. Auch verwendet man hierzu den Satz aus alten essigsäuren Eisenoxydullösungen. Da aber diese Auflösung langsam geschieht, deshalb Vorräthe gehalten werden müssen und aus diesen bei längerem Aufbewahren ein Theil des Eisenoxyds wieder niederfällt, so wird der Drucker am besten thun, sich diese Beize, wie

er sie bedarf, immer frisch zu bereiten durch Tauschverwandtschaft. Hierzu leistet nun der Eisenaalaun vortreffliche Dienste. Die schwefelsauren Eisenoxydlösungen sind immer ungleichen Gehalts an Eisen und an Säure; beim Eisenaalaun hingegen bedarf es nur einer Wägung und einfachen Rechnung, um eine weder Schwefelsäure noch überschüssigen Bleizucker haltende essigsäure Eisenoxydbeize darzustellen. Der Eisenaalaun erheischt zur gänzlichen Zersetzung des darin enthaltenen schwefelsauren Eisenoxyds sein gleiches Gewicht Bleizucker. Aus der Lösung scheidet sich nach einigen Tagen etwas Eisenoxyd ab, dem man durch Zusatz von etwas Essig vorbeugt. Diese Beize, nach Bedarf mit Wasser verdünnt, ist die vorzüglichste zur Darstellung dunkler glatter Böden, zum Vordruck für Berlinerblau und zu den verschiedenen Tafeldruckfarben, zu denen sonst salpetersaures Eisenoxyd verwendet wurde. —

Man giebt in den Druckereien und Färbereien den Eisenbeizen öfters Zusätze verschiedener Art. Chlorcalcium, Chlorzink, Kochsalz u. s. w. sollen als hygroskopische Substanzen auf ein langsames Trocknen einwirken, haben sich aber nicht immer im Ausfärben vorthellhaft gezeigt. Zugesezte Kupfersalze bewirken beim Ausfärben in Blaubolz ein satteres Schwarz, in Krapp ein dunkleres Violet. Zugesezte Thonbeize bewirkt eine stärkere Aufhäufung der Eisenbeize und ein leichtes Ausfärben, wirkt jedoch wie natürlich auf die Nüance. Viele andere Zusätze, zu denen man in der Absicht griff, ein höchst oxydirtes Eisen auf dem Gewebe zu fixiren und doch zugleich die schädliche salpetersaure Auflösung zu vermeiden, fallen theils als in sich unnütz, theils als jetzt neben der essigsäuren Eisenbeize unnöthig weg. Zu gleichem Zwecke unterwarf man die aufgedruckten Eisenbeizen öfters einer Schönung. Das beste Mittel hierzu sind sehr verdünnte Bäder von Chlorkalk und besonders Chlornatrium. Arsenige Säure wirkt nicht besser und sollte darum nicht mehr angewandt werden. Chromsaures Kali oxydirt das Eisenoxydul; da aber das dadurch erzeugte Chromoxyd mit dem Eisenoxyd in Verbindung tritt, so nimmt die Farbe zwar eine dunklere aber trübe Farbe an, mehr Lederfarbe als Rostgelb. Alle diese Belebungsmittel des Eisengrundes finden keine Anwendung vor dem Ausfärben in Pigmenten; man würde auf sie nur ein ansehnliches Violet oder Braun aus dem Krapp erhalten; sie sind anwendbar zur Darstellung der Rostfarben, aber auch hier bei gehörigen Eisenbeizen überflüssig.

Als Verdickungsmittel aufzudruckender Eisenbeizen eignet sich am besten Stärkemehl und Stärkergummi. Senegal-Gummi geht selbst eine Verbindung mit Eisenoxyd ein, welche als löslich sich im Spühlen zugleich mit dem Verdickungsmittel wieder vom Faden ablöst.

Die Reinigung der nach dem Druck mit Eisenbeizen getrockneten Zeuge vor dem Ausfärben, welche einerseits die Entfernung des Verdickungsmittels, andererseits das Wegspühlen des sauren Eisensalzes und zugleich die vollkommene Vereinigung des basischen Salzes mit der Faser durch die Hitze zum Zwecke hat, geschieht je nach der Schwere des Musters und nach der erzielten Farbe im Kleien- oder im Kuhmistbade, mit oder ohne Zusatz von Kreide. Auch das in neuerer Zeit in Gebrauch gekommene phosphorsaure Natron thut gute Dienste. Es bildet sich etwas unlösliches phosphorsaures Eisenoxyd, das sich sehr gut mit den Pigmenten verbindet. O—r.

**Eisenblau** (Glaukosiderit), ist wahrscheinlich nur ein mehr oder weniger verunreinigter, erdiger Vivianit, nämlich phosphorsaures Eisenoxyd-Oxydul, und ein Mineral von neuerer Bildung. Es findet sich in eisenhaltigen Schichten des aufgeschwemmten Landes. *Th. S.*

**Eisenblausäure** s. Ferrocyanwasserstoffsäure.

**Eisenblech.** Zu Platten von verschiedener, meist geringer Dicke ausgestrecktes Stabeisen. Das Strecken geschieht entweder unter großen, durch Maschinenkraft in Bewegung gesetzten Hämmern, oder durch Walzwerke. Die erste, ältere Methode, welche mit einem viel größeren Abgang an Material und Aufwand an Zeit verbunden ist als die zweite, wird nur noch an wenigen Orten ausgeübt, indem sie fast ganz durch die Walzmethode verdrängt worden ist. Zur Fabrikation von dünnen Blechen sind nur die besseren, geschmeidigeren Eisensorten geeignet. Man unterscheidet Schwarzblech und Weißblech. Ersteres ist gewöhnliches Eisenblech, letzteres ein mit einer Zinnhaut überzogenes (s. Verzinnen). *Th. S.*

**Eisenblüthe.** Der sehr uneigentliche Name einer Varietät des faserigen Arragonits (s. d.). Das Mineral kommt korallen-, stauden- und drahtförmig vor, und scheint ein Product der Verwitterung des Spatheisensteins zu seyn. Von vorzüglicher Schönheit der Form und Weisheit der Farbe findet es sich in Steyermark (Eisenerz) und Kärnthen (Hüttenberg). *Th. S.*

**Eisenbromid**, *Brometum ferricum*,  $Fe_2 Br_6$ . Wird erhalten durch Hinüberleiten von überschüssigen Bromdämpfen über glühendes Eisen; das anfangs gebildete Bromür verwandelt sich in Bromid, welches in dunkelrothen Krystallen sublimirt. Es schmilzt leicht, lässt sich sublimiren, zerfällt dabei aber leicht theilweise in Bromür und freies Brom (Löwig). Es löst sich in Wasser, Alkohol und Aether; zerfließt an feuchter Luft. Auch durch Digestion von Eisenfeile mit Brom im Ueberschuss und Wasser oder durch Lösung von Eisenoxydhydrat in Bromwasserstoffsäure kann es dargestellt werden, aber beim Verdampfen verliert die Lösung Bromwasserstoffsäure und basisches Bromid scheidet sich aus. Beim trocknen Erhitzen zerfällt dies in Eisenoxyd und Bromid (Löwig).

**Ammonium-Eisenbromid.** Bei dem Verdunsten einer Lösung, welche 3 Thle. Bromammonium und 1 Thl. Eisenbromid enthält, erhält man hellrothe Nadeln, die 1,7 Procent Eisen enthalten (Löwig). *Schn.*

**Eisenbromür**, *Brometum ferrosus*,  $Fe Br_2$ . Es wird erhalten bei der Behandlung von überschüssigem Eisen mit Brom entweder in fester Form, indem man über schwach glühendes Eisen Bromdämpfe streichen lässt, oder im aufgelösten Zustande durch Digestion von überschüssiger Eisenfeile mit Brom und Wasser. Ferner erhält man es nach Löwig durch Erhitzen von Bromammonium mit Eisenfeile, wo Ammoniak und Wasserstoffgas entweichen. Es ist ziemlich schwer schmelzbar, gelblich, blättrig, krystallinisch. Beim Luftzutritt erhitzt sublimirt Eisenbromid und Eisenoxyd bleibt als Rückstand. — Auch durch Lösen von Eisen in Bromwasserstoffsäure, Abdampfen der blassgrünen Lösung beim Ausschluss der Luft erhält man ein Salz in rhombischen Tafeln, welche nach der Formel  $FeBr_2 + 6$

H<sub>2</sub>O zusammengesetzt gefunden wurden. Beim Abdampfen der Lösung beim Luftzutritt zersetzt sie sich und basisches Eisenbromid schlägt sich daraus nieder (Löwig). Schn.

**Eisenchlorid**, *Chloretum ferricum*, *Ferrum sesquichloratum*, Anderthalb-Chloreisen, Chloreisen im Maximum, Eisenblumen, Fe<sub>2</sub> Cl<sub>6</sub>.

Wird eine Stahlfeder, an die man unten etwas brennenden Schwamm befestigt hat, in ein mit Chlorgas gefülltes Glas getaucht, so verbrennt sie unter Erzeugung rother Dämpfe, welche Eisenchlorid sind und sich beim Erkalten in rothschwarzen Flitterchen an die Wände des Gefäßes anlegen. Zweckmäßig stellt man das wasserfreie Eisenchlorid dar, indem man eine weite rechtwinklich gebogene Glasröhre, mit Eisendraht oder -Blech in dem horizontalstehenden Theile angefüllt, gelinde erwärmt und einen Strom von trockenem Chlorgas hindurchleitet. Das Eisen erglüht hierbei lebhaft und verwandelt sich zuerst in Chlorür, welches mit mehr Chlor in flüchtiges Chlorid übergeht. Oft bemerkt man dabei kleine das Eisen umgebende Flammen, welche von dampfförmigem Chlorür, indem es sich zu Chlorid mit dem neu hinzukommenden Chlor vereinigt, herrühren. Der größte Theil des Chlorids begiebt sich schon von selbst durch den abwärts gebogenen Theil der Glasröhre in das Gefäß, in welches man diesen tauchen lässt, und setzt sich an die kalten Wände jenes in dunkel rothbraunen, mit Regenbogenfarben spielenden Blättchen ab, oder kann doch durch gelindes Erwärmen des Glasrohrs bei fortdauerndem Chlorgasstrom leicht in das Gefäß getrieben und verdichtet werden. Auch erhält man leicht große Mengen wasserfreien Chlorids, wenn Chlorür, durch Erhitzen von feiner Eisenfeile mit Salmiak erhalten, in einem Kolben, in den man trockenes Chlorgas leitet, gelinde erhitzt wird, wobei es sich in krystallisirtes, wasserfreies Chlorid verwandelt. Nach Oenicke erhält man durch Erhitzen von schwefelsaurem Eisenoxyd mit Kochsalz kein Eisenchlorid, wie früher behauptet worden, wohl aber wird es gebildet in reichlicher Menge, wenn krystallisirter Eisenvitriol mit Kochsalz zum Glühen erhitzt wird. Es besitzt einen herben Eisengeschmack, sublimirt sich bei einer den Kochpunkt des Wassers wenig übersteigenden Hitze. Mit Sauerstoff oder Luft gemengt, zerfällt es bei Hindurchleitung durch ein glühendes Rohr in Oxyd und Chlor, mit Wasserdampf bildet es unter denselben Umständen Chlorwasserstoffsäure und Eisenoxyd, welches letztere sich dabei krystallinisch abscheidet (Gay-Lussac). In Wasser, Alkohol und Aether ist es leicht löslich und es zerfließt durch Wasseranziehen an feuchter Luft sehr schnell.

Das wasserhaltige Chlorid lässt sich auf vielerlei Weise leicht darstellen, indem man entweder Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat in wässriger Salzsäure löst. Hierzu wendet man nach Mohr zweckmäßig feinpulverisirten Blutstein (*Lapis Hämatites*) an, der ziemlich reines Eisenoxyd ist, und digerirt mit überschüssiger Salzsäure, kocht zuletzt, und verdampft die überschüssige Säure; oder man löst Schmiedeeisen in Salzsäure bis zur vollständigen Sättigung und leitet Chlor durch die Lösung, bis sie darnach riecht und durch Alkalien rein braunroth gefällt wird. Oder man löst in einer bekannten Menge Salzsäure soviel Eisen als möglich, setzt dann noch halbmal soviel Salzsäure zu und dann allmählig zu der erhitzten Flüssigkeit so lange Salpetersäure, als noch rothe Dämpfe entweichen. Man muss hierbei ein geräumiges Gefäß an-

wenden, da sehr oft plötzlich die Gasentwicklung sehr lebhaft sich einstellt; war in diesem Augenblick hinreichend Salpetersäure vorhanden, so ist alles Eisen vollständig oxydirt. Diese Lösungen sind braungelb von Farbe. Man dampft sie in einer Schale unter beständigem Rühren bei gelinder Hitze ab, am besten aber in einer gläsernen Retorte bis zu dem Punkte, wo ein Tropfen derselben, auf eine kalte Fläche getropft, erstarrt. Man gießt nun die noch flüssige Masse in etwas erwärmte Medicingläser, worin sie erstarrt und aufbewahrt wird. Soll sie dann in Substanz und nicht in Lösung verwandt werden, so muss man die Gläser in kochendes Wasser stellen, worin die schon bei 28° schmelzende Masse flüssig wird und ausgegossen werden kann. Der Grund, weshalb man besser in einer Retorte abdampft, ist, dass hier der Luftzutritt sehr gehindert ist und weniger basisches Chlorid gebildet wird, als beim Abdampfen in flachen Schalen. Diese Masse zieht an der Luft rasch Feuchtigkeit an und man erhält daraus dann bisweilen orange-gelbe, tafelförmige Krystalle, die 10—12 At. Wasser enthalten. Werden diese Krystalle, die sich ebenfalls bilden, wenn man die Eisenchloridlösung nur bis zur Syrupconsistenz, aber so, dass sie beim Erkalten noch nicht erstarrt, abdampft und an einer kühlen Stelle vor dem Luftzutritt geschützt, Monate lang stehen lässt (M o h r), unter eine Glasglocke mit concentrirter Schwefelsäure gebracht, so verlieren sie einen Theil ihres Wassers, schmelzen in dem übrigen und aus der dicken Flüssigkeit setzen sich dunkelrothe Krystalle mit 5 At. Wassergehalt ab, die bei 42° schmelzen und an der Luft schnell feucht werden. Dieselbe Verbindung erhält man durch Schmelzen des wasserhaltigen Eisenchlorids und Versetzen mit einer geringen Menge concentrirter Salzsäure. Werden die heiderlei Krystalle mit verschiedenem Wassergehalte zusammen in einem Glase geschüttelt, so werden sie flüssig. Beide krystallisiren nur aus sehr concentrirten Flüssigkeiten (F r i t z s c h e). Die gelben Krystalle sollen sich nach Winkler beim Aufbewahren selbst in vollkommen verschlossenen Gefäßen bisweilen in die rothen verwandeln und dann von einer verdünnteren Eisenchloridlösung umgeben seyn.

Beim Verdampfen der wässerigen Eisenchloridlösung geht mit dem Wasser stets etwas Salzsäure und etwas Eisenchlorid über, und Oxyd mit Chlorid zu basischem Salze verbunden, bleibt mit der beim Erkalten erstarrenden Salzmasse gemengt zurück; bei nachheriger Lösung in Wasser wird es nicht mit aufgelöst. Diese Zersetzung findet um so rascher Statt, bei je höherer Temperatur die Flüssigkeit concentrirt war und je mehr die Luft Zutritt hatte, denn schon beim Aussetzen des Chlorids an die Luft bildet sich bei gewöhnlicher Temperatur stets basisches Salz. Wird die erstarrte Chloridmasse geschmolzen, so geht nebst dem Krystallwasser und etwas Chlorid ein Theil Salzsäure weg, es bildet sich mehr Oxyd. Bei gesteigerter Temperatur sublimirt das neutrale wasserfreie Chlorid und ein höchst basisches Oxydsalz bleibt zurück.

Das zerflossene wasserhaltige Eisenchlorid ist als *Liq. ferri muriat. oxydat.* officinell und wird auch Eisenöl, *Oleum Martis*, *Liq. stipticus Lofi* genannt; es hat ein spec. Gewicht von 1,5. Es dient zur Bereitung des Eisenäthers (s. d.) und zur Bereitung des Eisenoxyds. Durch Schwefelwasserstoff wird in der Kälte unter Entwicklung von Salzsäure und Fällung von Schwefel das Chlorid in Chlorür verwandelt. Ist die

Flüssigkeit erhitzt während des Hineinleitens, so wird gleichzeitig Schwefelsäure gebildet (H. Rose). Auch manche organische Körper üben eine ähnliche Wirkung auf das Chlorid, Wasser wird zerlegt, Salzsäure gebildet und der organische Körper oxydirt.

Eisenchlorid, basisches bildet sich, wie schon bemerkt, beim Verdampfen und bei der Einwirkung der Luft auf neutrale Chloridlösung, außerdem, wenn metallisches Eisen in Kochsalzlösung liegt oder damit gekocht wird (A. Unger). Ein rostgelbes Pulver, welches in der Glühhitze in Oxyd und sublimirendes Chlorid zerlegt wird. Durch Versetzen von Chloridlösung mit unzureichendem Alkali wird ebenfalls ein unlösliches basisches Chlorid erhalten. Eine lösliche basische Verbindung erhält man dagegen, wenn überschüssiges frischgefälltes Oxydhydrat so lange mit Chloridlösung versetzt wird, als sich etwas davon löst. Es entsteht hierdurch eine dunkelrothe, im concentrirten Zustande fast undurchsichtige Flüssigkeit, die durch Kochen nicht gefällt wird, augenblicklich aber, wenn ein Salz darin gelöst oder auch nur etwas Salzsäure zugesetzt wird, indem sich basisches Chlorid abscheidet. Durch Eintrocknen wird jene lösliche Verbindung unlöslich, nach Phillips soll sie aus  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 4 \text{Fe}_2\text{O}_3$  bestehen. Schn.

Eisenchloriddoppelsalze. Wird Eisenchlorid im Ueberschuss mit Chlorkalium gemengt und unter eine Glocke mit Schwefelsäure gestellt, so schiefsen gelbrothe hemiprismatische Krystalle an, die nach der Formel  $2 \text{K Cl}_2 + \text{Fe}_2 \text{Cl}_6 + 2 \text{aq.}$  zusammengesetzt sind; durch Wasser werden sie augenblicklich zerlegt. Unter gleichen Verhältnissen bildet Salmiak mit dem Eisenchlorid analog zusammengesetzte Krystalle, die auch leicht von Wasser zersetzt werden, aber dennoch können kleine Mengen von Eisenchlorid in allen Verhältnissen mit Salmiak krystallisiren (s. Eisensalmiak).

Wasserfreies Eisenchlorid absorbirt Ammoniakgas und verwandelt sich in eine rothe Masse, die 9,66 Procent Ammoniak enthält, nach der Formel  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + \text{N}_2\text{H}_6$  zusammengesetzt ist und beim Erhitzen sich zerlegt, wobei ein neutrales Doppelsalz sublimirt und Eisenchlorür zurückbleibt. Schn.

Eisenchlorür, *Chloretum ferrosium*, *Ferrum chloratum*. Einfach-Chloreisen, Chloreisen im Minimum.  $\text{FeCl}_2$ .

Das wasserfreie Eisenchlorür erhält man, wenn über schwach glühendes Eisen trockenes Chlorwasserstoffgas geleitet wird. Der Wasserstoff entweicht und auf dem Eisen setzt sich das Chlorür in kleinen, weißen, cubischen Krystallen ab, die bei stärkerer Glühhitze sublimirt werden. Auch aus einem Gemenge von feiner Eisenfeile mit Chlorammonium im Ueberschuss in einem Glaskolben oder Medicinglase, das, in einen mit Sand gefüllten Tiegel eingesetzt, bis zum anfangenden Glühen erhitzt wird, kann es, indem Wasserstoff, Ammoniak, und der Ueberschuss des Salmiaks weggehen, als weiße, aus zarten Blättchen bestehende Masse rein erhalten werden. Wird Chlor über überschüssiges Eisen geleitet, so bildet sich allerdings auch Eisenchlorür, doch ist dabei nicht zu vermeiden, dass an den Stellen, wo mehr Chlor mit dem Eisen in Berührung kommt, sich Eisenchlorid bilde.

Bei der Rothglühhitze schmilzt das Chlorür, in noch höherer Temperatur und bei vollständigem Luftabschluss sublimirt es sich in glänzenden weißen Blättchen. Beim Zutritt der Luft zerlegt es sich in Chlorid,

welches viel flüchtiger ist, und in zurückbleibendes Oxyd. Wird Wasserdampf in der Glühhitze darüber geleitet, so bildet sich Salzsäure, freies Wasserstoffgas und Oxydoxydul bleibt zurück (Gay-Lussac). In Wasser wie in Weingeist ist es leicht löslich.

Diese Lösung lässt sich weit einfacher darstellen durch Auflösen von Schmiedeeisen in concentrirter, wässriger Salzsäure. Es entwickelt sich Wasserstoff mit großer Heftigkeit und man bewirkt die vollständige Bindung der Säure durch Kochen mit überschüssigem Metall. Die Lösung ist blassblaugrün, hat einen herben Eisengeschmack, setzt beim Erkalten kleine grasgrüne, bei 50° verwitternde tafelförmige oder säulenförmige rhomboëdrische Krystalle ab, die man rasch zwischen Fließpapier abpresst und bei ungefähr 30° trocknet. Sie enthalten 4 At. (36 Procent) Wasser, die bei Luftabschluss in höherer Temperatur ausgetrieben werden können; es bleibt dann wasserfreies Chlorür als weiße oder grünliche Salzmasse zurück. Hat die Luft hierbei Zutritt, so bildet sich Chlorid, welches sich größtentheils mit dem Wasser verflüchtigt und ein basisches dunkelgrünes, blättriges Salz bleibt zurück, das sich mit Hinterlassung von Oxyd in Wasser löst. Nach der preussischen Pharmacopöe wird durch Verdampfen (am besten durch rasches Abdestilliren des Wassers in einer Retorte) aus der Lösung des Eisens in Salzsäure das *Ferrum muriaticum oxydulatum* dargestellt. Es enthält meist etwas Chlorid, welches bei der Lösung z. Th. als basisches Chlorid ungelöst zurückbleibt. In seinem achtfachen Gewichte Weingeist gelöst, stellt dieses Salz die officinelle Eisentinctur, *Tinct. Ferri muriatici s. salita* dar.

An der Luft zieht das Eisenchlorür Wasser an und zerfließt, nimmt aber dabei noch rascher als Eisenvitriol Sauerstoff auf, es setzt sich rostgelbes basisches Chlorid ab und neutrales Chlorid findet sich in der Lösung.

Stickoxydgas wird von Eisenchlorürlösung mit braunschwarzer Farbe absorbiert, 100 Thle. Chlorür vermögen 10,7 Thle. Stickoxyd aufzunehmen, was der Formel  $2 \text{Fe Cl}_2 + \text{NO}$  entspricht. In fester Form ist diese Verbindung nicht bekannt.

Wird eine concentrirte Lösung von Eisenchlorür mit einer ebenfalls concentrirten Lösung von Chlorkalium warm vermischt oder diese Lösung bei sehr gelinder Temperatur verdampft, so erhält man blassblaugrüne wasserhaltige Krystalle, welche ein Atom jedes Salzes enthalten, also nach der Formel  $\text{KCl}_2 + \text{FeCl}_2$  zusammengesetzt sind.

Die entsprechende Verbindung von Chlorammonium mit Eisenchlorür erhält man entweder auf dieselbe Weise oder durch anhalten des Kochens von Eisenfeile mit concentrirter Salmiaklösung; es entweichen hierbei Wasserstoff und Ammoniak mit den Wasserdämpfen. Wird Ammoniakgas über das trockene Eisenchlorür geleitet, so verbindet es sich auch hiermit direct, das Salz schwillt dabei auf und zerfällt zu einem weißen Pulver, das aus der Luft Wasser und Sauerstoff anzieht und sich in ein Gemenge von basischem Eisenchlorid und Ammonium-Eisenchlorid verwandelt. Andere Chlorür-Doppelsalze sind nicht untersucht.

Schn.

**Eisencyanid.** Diese Verbindung ist im reinen Zustande nicht bekannt. Bei der Fällung von Ferridcyankalium durch Kiesel-Eisenfluorid erhält man eine dunkelbraune Lösung, die sich beim Abdampfen

zerlegt, blau wird und Berlinerblau hinterlässt. Ueber ihre Doppelverbindungen s. Ferridcyanverbindungen. *Schn.*

Eisencyanür, Cyaneisen, blausaures Eisenoxydul scheint ebenfalls im reinen Zustande nicht darstellbar. Wird ein Eisenoxydulsalz mit Cyankalium versetzt, so entsteht ein voluminöser rothgelber Niederschlag, der im Ueberschuss des Fällungsmittels sich mit gelber Farbe löst und Ferrocyankalium bildet (s. d.). Wird Ferrocyanammonium vorsichtig erhitzt, so erhält man ein in Wasser unlösliches, an der Luft unveränderliches, gelbliches Pulver, indem Wasser und Cyanammonium sich verflüchtigen; aber es ist seine Zusammensetzung nicht mit Bestimmtheit bekannt. Nach Robiquet soll man es in kleinen gelblichen Krystallen erhalten, wenn Berlinerblau mit Schwefelwasserstoffwasser übergossen und bei Ausschluss der Luft einige Zeit stehen gelassen wird. Das blaue Pulver wird weiß und allmählig sollen sich kleine Krystalle ausscheiden, welche sich an der Luft aber schnell blau färben. Berzelius ist es nicht gelungen, sie darzustellen. Diese Verbindung ist, gleich der vorhergehenden, besonders durch ihre Doppelverbindungen interessant, s. Ferrocyanverbindungen.

*Schn.*

Eisencyanür-Cyanid. Siehe Berlinerblau, Thl. I. Seite 752. Man erhält nach Pelouze eine nach der Formel  $\text{FeCy}_2 + \text{Fe}_2\text{Cy}_6 + 4 \text{aq.}$  zusammengesetzte Verbindung durch Behandeln einer kochenden Lösung von Ferro- oder Ferridcyankalium mit überschüssigem Chlorgas, wodurch ein grünes Pulver gefällt wird, welches mit 8—10mal soviel concentrirter Salzsäure gekocht wird, um Eisenoxyd und Berlinerblau aufzulösen, worauf man es schnell auswäscht und im luftleeren Raume trocknet. Beim Erhitzen bis zu  $180^\circ$  verliert es Cyan, etwas Blausäure und Wasser und wird röthlichblau. Kalilauge zerlegt es in Eisenoxyd und Ferro- und Ferridcyankalium. *Schn.*

Eisenerde, blaue, s. Eisenblau.

Eisenerze. In der ausgedehntesten (theoretischen) Bedeutung kann man hierunter alle diejenigen Mineralien verstehen, welche Eisen als einen ihrer Bestandtheile enthalten. Der Techniker dagegen nennt nur diejenigen eisenhaltigen Mineralien »Eisenerze«, aus denen Eisen mit Vortheil gewonnen werden kann, d. h. welche keine solche Menge oder Art von anderen Bestandtheilen bei sich führen, dass dadurch einerseits die Gewinnung des Eisens im Großen ökonomisch unmöglich, andererseits ein unbrauchbares, verunreinigtes Product erhalten wird. Durch diese Bedingungen wird der Kreis der eisenhaltigen Mineralien, von denen hier die Rede seyn kann, sehr beschränkt, und es lassen sich zu den Eisenerzen nur hauptsächlich rechnen: 1) Magnet Eisenstein (72 Proc. Eisen) 2) Eisenglanz (70 Proc. E.) 3) Rotheisenstein (70 Proc. E.) 4) Brauneisenstein (50—60 Proc. E.) 5) Raseneisenstein (40—50 Proc. E.) und Spatheisenstein (45 Proc. E.). In hüttenmännischer Beziehung kann man die Eisenerze in leicht und schwer schmelzbare, oder besser, in leicht und schwer reducirbare eintheilen. Die ersteren sind solche, welche bei der dem Schmelzprocesse vorhergehenden Röstung einen mehr oder weniger porösen Zustand erhalten, der es den reducirenden Gasarten im Hohofen möglich macht, die Reduction und Schmelzung schnell herbei zu führen. Zu diesen gehören: Brauneisenstein, Raseneisenstein und Spatheisenstein. Bei den beiden ersteren bewirkt die bei höherer Temperatur eintretende Ent-



weichung des Wassers, und bei dem letztern die der Kohlensäure den porösen Zustand. Eisenglanz, Magneteisenstein und Rotheisenstein sind dagegen schwer reducirbare Erze, weil sie beim Rösten (in Stücken) nur wenig verändert, und nur allenfalls mürbe gebrannt werden, d. h. durch die Hitze Sprünge bekommen, welche aber den reducirenden Gasarten kein so vollkommenes Eindringen erlauben, wie dies bei dem porösen, schwammartigen Zustande der genannten leicht reducirbaren Erze der Fall ist.

Th. S.

**Eisenextract.** *Extractum ferri pomatum s. cydoniatum*, unreines äpfelsaures Eisenoxyd, wird erhalten durch Vermischen eines Breies von Quitten oder säuerlichen Äpfeln, durch Zerreiben auf einem Reibeisen erhalten, mit dem 6ten Theil Eisenfeile, zwei- bis dreitägige Digestion und häufiges Umrühren der Masse, bis sie schwarzbraun ist, stark nach Eisen schmeckt und kein Wasserstoffgas mehr entwickelt. Man kocht dann in einem eisernen Gefäße kurze Zeit, colirt, presst, erhitzt mit etwas Wasser nochmals und presst wiederum aus; die klar colirte Flüssigkeit wird am besten im Wasserbade zur Trockne verdampft. Es ist weniger anzurathen, den ausgepressten Aepfelsaft mit Eisenfeile zu digeriren, weil dann die Berührung mit der Luft weit geringer ist und die Oxydation und Lösung des Eisens weit langsamer erfolgt. Das Eisenextract ist eine schwarzbraune, zerfließliche, bisweilen mit der Zeit körnig krystallinisch werdende Salzmasse, die süß, zusammenziehend eisenhaft schmeckt, sich leicht, aber nicht ganz klar, in Wasser löst und zur Darstellung der *Tinctura martis pomata* dient.

Schn.

**Eisenfluorid,** *Fluoretum ferricum*,  $\text{Fe}_2\text{F}_6$ . Man erhält eine dem Eisenoxyd entsprechende Fluorverbindung durch Lösung von Oxydhydrat in Fluorwasserstoffsäure. Diese Lösung ist ungefärbt, liefert beim Verdunsten ein blassrothes Salz von süßlich zusammenziehendem Geschmack, ist in Wasser vollkommen löslich. Durch Zusatz von Ammoniak, sey es in geringer oder überschüssiger Menge, wird stets basisches Eisenfluorid gefällt, was durch Behandeln mit einer noch größeren Quantität des Fällungsmittels nicht zerlegt wird, gelb von Farbe ist, beim Trocknen rostgelb und pulverig wird. Mit Fluorkalium verbindet sich das Eisenfluorid in zwei Verhältnissen, je nachdem das eine oder andere Salz vorherrscht. Wird nämlich eine Auflösung von Eisenfluorid in Fluorkaliumlösung getropft, so entsteht eine schwer lösliche, farblos krystallinische Verbindung nach der Formel  $3 \text{K F}_2 + \text{Fe}_2\text{F}_6$ , herrscht dagegen das Eisenfluorid vor, so verbinden sich nur 2 At.  $\text{KF}_2$  mit 1 At.  $\text{Fe}_2\text{F}_6$ . Sind die Auflösungen kochend heiß gewesen, so setzen sich bei langsamem Erkalten deutliche Krystalle dieser Salze ab (Berzelius).

Schn.

**Eisenfluorür,** *Fluoretum ferrosum*,  $\text{FeF}_2$ . Es wird durch Auflösung von Eisen in Fluorwasserstoffsäure dargestellt. Es krystallisirt aus der Flüssigkeit in dem Maße, als sich die Säure sättigt, in farblosen, kleinen, rechtwinklich vierseitigen Täfelchen, weil es in säurehaltigem Wasser leichter als in reinem löslich ist, in welchem letzteren es sich nur schwer löst. Es enthält Krystallwasser, was die Zersetzung des Salzes veranlasst, wenn es rasch zum Glühen erhitzt wird; hat man es aber bei gelinder Wärme von dem Krystallwasser befreit, so kann es alsdann ohne Zersetzung geglüht werden. An der Luft bedecken sich die Kry-

stalle allmählig mit einem braunen Pulver. Mit Fluorkalium bilden sie ein lösliches, körnig krystallinisches Salz (Berzelius). *Schn.*

**Eisenglanz.** Natürlich vorkommendes krystallisirtes Eisenoxyd ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), nur zuweilen verunreinigt, besonders durch Spuren von Titan und Chrom. Seine Krystallform ist rhomboëdrisch (3 und 1 axig), und seine Spaltbarkeit parallel den Rhomboëderflächen. Härte: etwa die des Feldspathes. Farbe: eisenschwarz bis stahlgrau. Strich: braunroth bis röthlich braun. Glanz: metallisch. Spec. Gew.: 5—5,3. Zuweilen sind die Krystalle des Eisenglanzes schön buntfarbig angelaufen, wie dies besonders mit denen von Elba der Fall ist. Nur selten zeigt sich der Eisenglanz magnetisch, und in diesem Falle rührt sein Magnetismus wahrscheinlich von einer geringen Quantität eingemengten Magneteisensteines her. Erwärmte Salzsäure löst das gepulverte Mineral auf. — Der Eisenglanz findet sich auf Lagern, Ausscheidungen und als eingesprengter Bestandtheil in der Urformation, ferner auf Gängen und in vulkanischen Gesteinen. In den letzteren tritt er zum großen Theil als Sublimationsproduct auf, wie z. B. im Vesuv. Man hat dies durch die Annahme zu erklären gesucht, dass sich zuerst Eisenchlorid sublimirt habe, welches später durch Wasserdämpfe in krystallinisches Eisenoxyd und Salzsäure zersetzt worden sey. *Th. S.*

**Eisenglimmer,** ist nur eine blättrige, glimmerartige Varietät des Eisenglanzes, welche in dünnen Blättchen rubinroth durchscheinend ist. Zuweilen tritt er als Gemengtheil von Urgebirgsarten auf, in denen er den Glimmer ersetzt, so z. B. in einem Granite am Fichtelgebirge (Gleifsinger Fels) und im sogenannten Eisenglimmerschiefer (Quarz und Eisenglimmer) von Minas Geraës in Brasilien. *Th. S.*

**Eisenjodid,** *Jodetum ferricum*,  $\text{Fe}_2\text{J}_6$ . Es ist noch wenig bekannt. Entsteht wohl beim Hinüberleiten von Joddämpfen über erhitzten Eisendraht. Die Lösung ist braunroth; es bildet mit Eisenoxyd ein basisches Salz, das beim Erhitzen Jod und Wasser abgibt und einen magnetischen Rückstand hinterlässt. Das Jod scheint sich aus der Jodwasserstoffsäure abzuscheiden, die sich bei der Zerlegung von Jodid mit Wasser unter Bildung von Oxyd erzeugt. Wird Oxydhydrat mit Jodwasserstoffsäure digerirt, so löst sich wie in Chlorwasserstoffsäure eine weit größere Menge, als der Formel  $\text{Fe}_2\text{J}_6$  entspricht; es bildet sich somit, wie dort, ein lösliches basisches Salz. Zugleich findet sich Jodür in der Lösung, was wohl nur durch eine Reduction von Eisenoxyd durch Jodwasserstoffsäure zu Oxydul erklärbar scheint. *Schn.*

**Eisenjodür,** *Jodetum ferrosium*,  $\text{FeJ}_2$ . Wenn überschüssige Eisenfeile mit Jod zusammengerieben wird, so verbinden sich beide unter starker Wärmeentwicklung zu Eisenjodür, einer braunen, bei Rothglühbitze schmelzenden, in höherer Temperatur sich verflüchtigenden Masse (Gay-Lussac). In Wasser gelöst ist es eine blass blaugrüne Flüssigkeit, die man auch erhält, wenn Eisenfeile mit Wasser und Jod digerirt wird. Aus dieser Lösung erhält man durch Verdampfung bei Luftabschluss grüne, zerfließliche, an trockener Luft sich mit einem braunen Pulver überziehende Krystalle, die nach der Formel  $\text{FeJ}_2 + 4 \text{aq.}$  (Smith) zusammengesetzt sind. Der Luft ausgesetzt, färbt sich die Flüssigkeit rasch braun unter Bildung von Jodid und Oxyd, welche sich als basisches Jodid mit gelbbrauner Farbe

absetzen. An der Luft abgedampft, geht aus der concentrirten Lösung mit den Wasserdämpfen zugleich Jod fort (Preufs) und es soll sich sogar bei gewöhnlicher Temperatur diese Lösung in Oxyd und krystallinisches Jod zersetzen <sup>1)</sup>. Das freie Jod scheint sich aus der Jodwasserstoffsäure abzuscheiden, die sich neben Eisenoxyd bildet, durch Zerlegung von Jodid mit Wasser. Die Lösung von Eisenjodür wird zu einer zweckmäßigen Darstellungsweise des Jodkaliums benutzt. Man bereitet sie sich hierzu, indem 2 Thle. Eisenfeile mit ebensoviele Wasser übergossen und mit halb soviel Jod in einem langhalsigen Kolben nach und nach versetzt und zuletzt etwas erwärmt werden. Die Flüssigkeit wird dann abfiltrirt, das überschüssige Eisen mit Wasser abgewaschen und die Lösung alsbald angewendet. Auf diese Weise schreibt auch Kerner vor, das Jodeisen zu medicinischem Gebrauche jedesmal aus einer abgewogenen, entsprechenden Menge Jod frisch darzustellen, was sicher die beste Vorschrift ist, wenn man stets dasselbe Präparat verabreichen will. Von Wackenroder und Geißler sind Vorschriften zur Verabreichung des Jodeisens in Zuckersyrup gelöst, gegeben worden. Dies schützt aber keinesweges vor der Veränderung des Präparats, sondern nur vor der Fällung des Oxyds. Doch hat namentlich die Vorschrift des Letzteren als *Syrup. Ferri jodati* Eingang gefunden. Er bereitet das Eisenjodür wie angegeben, wäscht das Eisen mit soviel Wasser ab, dass die Flüssigkeit viermal soviel als das angewandte Jod wiegt und löst darin sechsmal soviel Zucker auf. Mit der Zeit färbt sich der anfangs farblose Syrup bräunlich <sup>2)</sup>.

Schn.

## Eisenkies s. Schwefelkies.

Eisenkiesel, ist ein durch Eisenoxyd gefärbter rother, brauner oder gelber Quarz, theils krystallinisch, theils in deutlichen Krystallen vorkommend. Auf letztere Art findet er sich von vorzüglicher Schönheit zu St. Jago di Compostella in Spanien, auch zu Iserlohn. Th. S.

Eisenkitt. Kiste, welche man zur Verbindung von Eisen mit Eisen oder Stein mit Eisen anwendet und deren wesentlichster Bestandtheil Eisen ist.

Die einfachste Vorschrift ist, Eisenfeile mit Weinessig oder verdünnter Schwefelsäure angerührt, oder Eisenfeile mit gleichviel gepulvertem Eisenvitriol vermengt und mit Weinessig oder verdünnter Schwefelsäure zu einem dünnen Brei angemacht, in die Fugen fest einzudrücken und so lange trocknen zu lassen, bis die Masse ganz hart geworden. Dieser Kitt wird häufig auch bei dem Verbinden von Stein mit Stein, wie z. B. bei der Anlage von Wasserbehältern, Terrassen u. s. w. verwandt. Sehr haltbar wird Eisen mit Eisen verkittet, wenn 50 — 100 Thle. Eisenfeile mit 1 Thl. Schwefelblumen vermengt und mit Wasser, in dem man 1 Thl. Salmiak gelöst hat, zur steifen Mörtelconsistenz angerührt, auf die blank geschabten Eisenflächen aufgetragen und fest angedrückt werden. Zum Verkitten von Eisenröhren u. s. w., die Glühhitze auszuhalten haben, wendet man eine Masse aus 4 Theilen Eisenfeile mit 2 Thln. Thon und 1 Thl. gepulverter Porzellankapseln an, die man gut mengt, mit einer gesättigten Salzlösung

<sup>1)</sup> Ann. d. Pharm. XXIX. S. 320.<sup>2)</sup> Vergl. Ann. d. Pharm. XXIX. S. 186 u. XXX. S. 117.

zum Teige anrührt und möglichst anpresst. Man nennt diese Art von Kitten auch Rostkitten (s. ferner Oelkitt). Schn.

Eisenkugeln s. Eisenweinstein.

Eisenlegirungen. Man versteht hierunter gemeinlich weniger die Verbindungen, welche das chemisch reine Eisen, sondern meist nur diejenigen, welche das kohlenstoffhaltige Eisen (Gusseisen, Stahl, Stabeisen) mit anderen Metallen eingeht. Die Verbindungen der erstern Art sind zum Theil noch gar nicht dargestellt, obgleich es zu vermuthen ist, dass sich hierbei manche interessante Resultate ergeben würden. Je kohlenstoffreicher ein Eisen ist, desto schwieriger ist es im Allgemeinen mit größeren relativen Quantitäten anderer Metalle zu legiren. Es nimmt in diesem Zustande oft kaum mehr als etwa 1 Proc. von einigen derselben auf. Eine solche geringe Neigung, sich mit kohlenstoffhaltigem Eisen zu verbinden, zeigen besonders folgende Metalle: Silber, Quecksilber, Kupfer, Wismuth, Zink, Blei, Antimon, Titan, Chrom, Kalium, Natrium, Calcium und Aluminium. Doch auch mit manchen von diesen Metallen würde sich Eisen bestimmt in beliebigen relativen Mengen zusammenschmelzen lassen, wenn man es in kohlenstofffreiem Zustande anwendete. Um solche Legirungen zu erhalten, kann man auf folgende Weise verfahren.

Stücke von feinem Eisendraht werden mit 25 Proc. reinem Eisenoxyd und einer beliebigen Menge eines andern, auf irgend eine Weise in fein vertheilten Zustand gebrachten Metalles gemengt, das Gemenge in einen hessischen Tiegel gethan, mit einer Schicht reinen Glaspulvers bedeckt, der Tiegel auf die gewöhnliche Art verschlossen und in einem gut ziehenden Windofen einer hohen Temperatur ausgesetzt. Besser noch ist es, die Schmelzung in einem Sefström'schen Gebläseofen vorzunehmen. Der Zusatz von Eisenoxyd bewirkt die Verbrennung der in dem Eisendrahte enthaltenen Kohle, und man erhält nun eine Legirung von fast gänzlich kohlefreiem Eisen. — Beim Gusseisen sind kleine Beimischungen von fremden Metallen zum Theil gleichgültig, zum Theil wirken sie schädlich, wie z. B. Arsenik, Kupfer; beim Stahl dagegen sind einige von guter Wirkung (s. Stahllegirungen). Ein kleiner Mangengehalt des Stabeisens soll verbesserte Eigenschaften des letztern zur Folge haben. Außerdem ist keine Eisenlegirung bekannt, die eine größere Anwendung gestattet. Th. S.

Eisenmohr s. Eisenoxydul-Oxyd.

Eisenniere s. Adlerstein Thl. I. S. 96.

Eisenöl s. Eisenchlorid.

Eisenocher. Unter dieser Benennung versteht man hauptsächlich das natürlich vorkommende, mehr oder weniger durch mancherlei Substanzen verunreinigte, erdige Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat. Man unterscheidet rothen, braunen und gelben Eisenocher. Der erstere enthält wasserfreies Eisenoxyd, der zweite Eisenoxydhydrat als färbenden Bestandtheil. Der gelbe Eisenocher scheint in einigen Fällen ein höheres Hydrat zu enthalten, als das, welches den Brauneisenstein bildet; in anderen Fällen dürfte aber auch das Eisenoxyd desselben mit noch anderen Substanzen als Wasser verbunden seyn. So z. B. entsteht durch Verwitterung des Schwefelkieses im Alaunschiefer ein gelber Eisenocher von der Zusammensetzung:

$4 (\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3) + \text{KO} \cdot \text{SO}_3 + 9 \text{H}_2\text{O}$ . Anstatt des Gliedes  $\text{KO} \cdot \text{SO}_3$  tritt auch  $\text{NaO} \cdot \text{SO}_3$  auf. Aus eisenvitriolhaltigen Quellen setzt sich ein gelber Ocher ab, von der Zusammensetzung  $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ . Auch rothbraune Ocher giebt es, welche Schwefelsäure enthalten, so z. B. ein solcher, ebenfalls bei der Verwitterung des Alaun-schiefers entstehender ist  $2 (7 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3) + 21 \text{H}_2\text{O}$  oder er kann auch als ein Gemenge von 1 At.  $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3$  mit 5 At.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  angesehen werden.

Th. S.

**Eisenmulm (Eisenmohr).** Ein erdiger Magneteisenstein, zuweilen auch in derben Massen vorkommend und mit rothem Eisenocher gemengt. An einigen Orten scheint es, als sey er das Product von der Einwirkung unterirdisch entwickelter, reducirender Gasarten auf Braun- (vielleicht auch Roth-) Eisenstein. Dies ist nach Pusch z. B. der Fall mit einem dichten Eisenmulm der Töplitzer Gegend.

Th. S.

**Eisen-Nickelkies.** Ein Nickelerz von der Zusammensetzung  $2 (\text{Fe S}) + \text{Ni S}$ . Das Ergebniss einer damit vorgenommenen Analyse war: 36,64 Schwefel, 40,21 Eisen, 21,07 Nickel, 1,78 Kupfer. Der Kupfergehalt rührt von eingemengtem Kupferkies her. Das Mineral hat eine licht bronzebraune, ins Speisgelbe übergehende Farbe, nicht starken metallischen Glanz, einen körnig muschligen Bruch und 4 deutliche Blätterdurchgänge, parallel den Flächen eines regulären Octaëders. Es ist nicht magnetisch. Specif. Gew. 4,60. Der Eisennickelkies kommt, mit Kupferkies und etwas Magnetkies, in einem Hornblendegestein eingewachsen vor, welches gangförmig in der Urformation aufzutreten scheint. Fundort: Oevre Gulbrandsdalen bei Lillehammer in Norwegen.

Th. S.

**Eisenoxyd.** *Oxydum ferricum, Ferrum oxydatum, Peroxyde de fer, Crocus Martis, Eisensafran, Ferrum oxydatum fuscum, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.*

Das Eisenoxyd gehört zu den verbreitetsten Körpern auf unserer Erdoberfläche und findet sich in fast reinem Zustande, krystallisirt und krystallinisch als Eisenglanz und Rotheisenstein, Blutstein, im amorphen Zustande als gewisse Ockerarten, hierin häufig mit viel Thon und dergleichen gemengt. Es ist ein Bestandtheil der Thoneisensteine, des Magneteisensteins, der Sumpferze, einer Menge von Silicaten und vieler anderer Mineralien. Man erhält es leicht durch Glühen von Eisenoxydul, Eisenoxyduloxyd oder Eisenfeile bei hinreichendem Luftzutritt und einer Temperatur, die nicht so hoch steigt, dass es dadurch zerlegt wird, was übrigens erst in der stärksten Weißglühhitze stattfindet; oder durch Glühen bis zur vollständigen Verjagung der Säure von salpetersaurem Salz, oder durch Verpuffen von Eisenfeile mit Salpeter. Durch Glühen von schwefelsaurem Eisenoxydul erhält man ein Oxyd, welches stets etwas Säure zurückhält, die nur durch Kochen desselben mit Alkalien ausgezogen werden kann. Im unreinen Zustande wird es auf diese Weise bei der Fabrication der rauchenden Schwefelsäure gewonnen und als *Colcothar, Caput mortuum*, englisch Roth, Juwelierroth in den Handel gebracht. Am einfachsten erhält man es rein aus dem mit Ammoniak gefällten Eisenoxydhydrat durch Glühen.

Die Farbe des Eisenoxyds variirt sehr je nach seiner Darstellung in den verschiedensten Nüancen von roth bis braunroth, fast schwarz. Es wird durch sehr heftiges Weißglühen unter Ent-

weichen von Sauerstoff zu Oxyduloxyd reducirt; dies ist der Grund, weshalb beim Verbrennen von Eisen in Sauerstoff kein Oxyd erhalten wird. Es ist nicht flüchtig; die scheinbare Flüchtigkeit desselben unter gewissen Verhältnissen rührt, wie Mitscherlich gezeigt hat, daher, dass Eisenchlorid sich verflüchtigt und sich bei gleichzeitigem Vorhandenseyn von Wassergas in Eisenoxyd und Salzsäure zerlegt. Bei Vermengung von Kochsalz mit calcinirtem Eisenvitriol und Erhitzen des Gemenges sieht man an den Rändern des Tiegels Krystallchen von Eisenoxyd sich bilden; auf diese Weise findet diese Bildung bisweilen auch in Töpferöfen, wo Steinzeug mit Kochsalz glasirt wird, und ähnlich in vulcanischen Gegenden Statt. Es ist geschmacklos, unlöslich in Wasser, löslich in Säuren; nach dem Glühen, wobei es nach Berzelius bisweilen wie Chromoxyd plötzlich erglüht, in verdünnten Säuren sehr schwer, und selbst in concentrirten nur langsam auflöslich. Es ist nicht magnetisch, das natürlich vorkommende wird jedoch oft wegen eines geringen Oxydulgehalts schwach vom Magnet angezogen.

Es ist sehr hart, so dass das krystallisirte am Stahle Funken zu geben pflegt. Geschliffen dient es (als sogenannter Blutstein) zum Poliren von Gold und Silber. Das gebrannte rothe Oxyd wird als Polir- und Putzpulver verwendet. Künstlich bereitet man dieses Pulver durch Rösten von künstlichem Schwefeleisen an der Luft, bis aller Schwefel verflüchtigt ist. Das beste englische Putz- und Polirroth soll aber nach Faraday erhalten werden durch Vermengen von 2—3 Thln. Kochsalz und 1 Thl. geröstetem Eisenvitriol und Glühen, bis keine Dämpfe mehr entweichen; der Rückstand darf dann nur noch mit Wasser ausgezogen werden, und man erhält ein dunkelbraunes, schuppiges, zu den genannten Zwecken sehr vorzügliches Pulver. Wasserstoff reducirt das Eisenoxyd schon unter der Glühhitze, Kohle und Kohlenoxydgas bei der Weißglühhitze vollständig. In Chlorgas erhitzt absorbirt das Eisenoxyd nach Gay-Lussac Chlor, ohne Sauerstoff-Entwicklung. Trocken es Eisenoxydhydrat schmilzt in Chlorgas zu einer dunkelrothen Flüssigkeit, die in der Siedhitze Indigo entfärbt, aber alles Chlor verliert nach Gay-Lussac. Mit fixen kohlensauren Alkalien verbindet es sich beim Schmelzen zu bestimmten Verbindungen unter Austreibung der Kohlensäure, die aber durch Auflösung in Wasser zerlegt werden (Schaffgotsch). Schn.

Eisenoxyd-Kali, blausaures s. Ferridcyankalium.

Eisenoxyd-Kali, blausaures, Doppelsalze s. Ferridcyankalium-Doppelerbindungen.

Eisenoxydhydrat. *Ferrum oxydatum hydraticum*, *Hydrate d'oxyde de fer*, *Ferrum oxydatum flavum*, Rost, fälschlich häufig *Ferrum carbonicum*, kohlensaures Eisenoxyd genannt.

Kommt ebenso häufig in der Natur wie das Eisenoxyd vor, als Brauneisenstein, Lepidokrokit, brauner Glaskopf, türkische Umbra (nicht Köllnische), gelber Ocker u. s. w. Rubinglimmer; mit verschiedenem Wassergehalte.

Wenn sich Eisen in einer größeren Menge Wasser allmählig vollständig oxydirt, so bildet sich sogenannter Rost von hellpomeranzengelber Farbe; er besteht aus 2 At. Oxyd und 3 At. Wasser. Am leichtesten er-

hält man es durch Fällen der Eisenoxydsalze, vermittelt der Alkalien. Man kann jedoch auf diese Weise kein reines Oxydhydrat darstellen, da bei Anwendung von weniger Alkali, als zur vollständigen Zersetzung des Salzes nöthig ist, stets basisches Oxydsalz gefällt wird, bei Anwendung von überschüssigem Alkali aber dies theilweise sich mit dem Eisenoxyd verbindet und mit niedergeschlagen wird, ohne dass es durch Wasser entzogen werden kann. Hat man Ammoniak angewendet, so erhält man durch Glühen reines Oxyd, welches übrigens die Eigenschaft, Ammoniak aus der Luft aufzunehmen, beibehält, wie dies alles Eisenoxyd in hohem Grade vermag, und daher auch, ob in der Natur gefunden oder künstlich erhalten, fast immer ammoniakhaltig befunden wird. Hierauf hat zuerst *Vauquelin* bei einer gerichtlichen Untersuchung von Rostflecken aufmerksam gemacht. Nach *Gmelin* enthält durch Fällung mit Ammoniak erhaltenes, bei 100° getrocknetes Eisenoxydhydrat 18,5 Proc. Wasser, somit wäre ein solches nach der Formel  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$  zusammengesetzt. Durch Oxydation von feuchtem, kohlensaurem Eisenoxydul an der Luft entsteht ebenfalls Oxydhydrat. Wenn Eisen in feuchter Luft rostet, so findet diese Oxydation zum großen Theile auf Kosten des Sauerstoffs der Luft Statt, gleichzeitig aber auch durch Zerlegung des Wassers bei der steten Gegenwart von Kohlensäure, und da die Luft stets Ammoniak enthält, so findet sich dies ebenfalls immer, so wie etwas kohlensaures Oxydulsalz meistens in dem *Eisenrost*.

Das Eisenoxyd und Oxydhydrat werden jetzt wenig mehr als Arzneimittel angewandt. Nur als Gegenmittel bei Arsenikvergiftungen wird das mit Ammoniak gefällte, noch feuchte Oxydhydrat als höchst zweckmäßig empfohlen (*Bunsen*). Es muss hierzu aus einer vollkommen oxydirten Lösung durch Ammoniak gefällt und vollkommen ausgewaschen sein. Wegen des allzugroßen Volumens, welches es in diesem Zustande einnimmt, hat man empfohlen, sich das hierzu zu verwendende Oxydhydrat durch Fällen von Oxydulhydrat aus Eisenvitriol mit Ammoniak darzustellen, es an der Luft in dünnen Lagen vollkommen sich oxydiren zu lassen und dann so bei ganz gelinder Wärme getrocknet zu Pulver zerrieben, für den Gebrauch vorräthig zu halten.

*Schn.*

**Eisenoxydsalze.** Das Eisenoxyd ist eine schwache Salzbase; es bildet mit den Säuren, von denen es, um neutrale Salze zu bilden, drei Atome aufnimmt, da es 3 At. Sauerstoff enthält, gelbe oder rothgelbe Lösungen, die gelbe oder rothgelbe, oft auch farblose Salze liefern, von herbem, zusammenziehendem, tinteartigem Geschmack. Die wasserfreien Salze sind durchgängig weiß. Es besitzt eine große Neigung, basische Salze zu bilden, die meist gelb oder braun sind, ebenso wie die Lösungen der löslichen derselben, die meisten sind aber unlöslich in Wasser. Die löslichen, neutralen Eisenoxydsalze reagieren schwach sauer, sind meist sehr schwer krystallisirt zu erhalten, bilden öfter amorphe oder zerfließliche Massen. Durch kaustische Alkalien werden ihre Lösungen mit rothbrauner Farbe gefällt, durch kohlensaure etwas heller; in einem großen Ueberschuss der letzteren ist der Niederschlag löslich. Hierauf gründet sich die Bereitung der *Stahl'schen Eisentinctur*, *Tinctura martis alcalisata Stahlii*, welche erhalten wird durch Lösung von Eisenfeile in

starker Salpetersäure und Versetzen der erhaltenen Lösung mit kohlen-saurem Kali, bis der anfangs entstehende Niederschlag wieder völlig verschwindet. — Durch Auswaschen mit Wasser sind die durch Alkalien erzeugten Niederschläge nicht vollständig davon zu befreien. Sulfhydrate und lösliche Schwefelmetalle füllen sie mit schwarzer Farbe. Oxydsalze, die eine stärkere Säure enthalten, werden durch hineingeleiteten Schwefelwasserstoff unter Schwefelabscheidung zu Oxydulsalzen reducirt; nur bei einigen mit ganz schwachen Säuren entsteht zugleich Schwefeleisen, ein schwarzer, in Säuren leicht löslicher, an der Luft sich schnell oxydirender, rothbraun werdender, in Wasser, Alkalien und überschüssigen Sulfhydraten und Schwefelmetallen unlöslicher Niederschlag.

Phosphorsaures Natron fällt die Oxydsalze weifs; dieser Niederschlag ist in einem grossen Ueberschuss vom Fällungsmittel, von kohlen-saurem und kaustischem Ammoniak und Natron löslich. Oxalsäure Salze werden dadurch nicht gefällt. Ferrocyankalium bewirkt darin einen blauen Niederschlag (Berlinerblau). Ferridcyankalium färbt die Lösungen dunkler, ohne Bildung eines Niederschlages. Gallussäure bewirkt einen tiefblauschwarzen, in freien Säuren löslichen Niederschlag, Schwefelblausäure, sowie lösliche Cyanmetalle, färben Eisenoxydlösungen blutroth, Bernstein- und Benzoësäure bewirken blassbraune Niederschläge. Essigsäure Salze werden in der Kälte roth davon gefärbt, durch Erhitzen setzt sich ein brauner Niederschlag ab. Durch nichtflüchtige organische Substanzen, wenn sie in hinreichender Menge in den Eisenoxydsalzlösungen gelöst sind, wird die Fällung des Oxyds durch Alkalien und alkalische Erden vollständig verhindert, nicht aber die Reaction von Ferrocyankalium und Sulfhydraten oder löslichen Schwefelmetallen, obwohl sie die Trennung der Niederschläge sehr erschweren (H. Rose). Durch Glühen werden die Salze mit flüchtiger Säure zersetzt, durch oxydirbare Substanzen mannichfacher Art werden sie zu Oxydul- oder Oxydul-Oxydsalzen reducirt. Schwefelsäure Indiglösung wird durch Erwärmen mit löslichem Eisenoxydsalz entfärbt, Zinnchlorür wird oxydirt, Schwefelwasserstoff in Wasser und niederfallenden weissen Schwefel zerlegt. Viele organische Körper werden durch Behandeln mit aufgelöstem Eisenoxydulsalz in der Wärme zerstört, und in verschiedenartige Oxydationsproducte verwandelt, während das Eisenoxyd zu Oxyduloxyd reducirt wird (Wackenroder). Oxalsäures Eisenoxyd verwandelt sich, dem Lichte ausgesetzt, unter Kohlensäure-Entwicklung in Oxydulsalz (Bussy)<sup>1)</sup>. Ferner bilden sich beim Kochen der Lösungen neutraler Eisenoxydsalze häufig basische unlösliche Verbindungen, ebenso wie bei unvollständiger Fällung durch Alkalien. Wird aber nur wenig Alkali zugesetzt, so bilden sich lösliche basische Salze, indem sich die Flüssigkeit dunkelroth färbt. Erst beim Kochen werden diese dann zum Theil gefällt.

Die mancherlei Doppelsalze, welche das Eisenoxyd mit den Alkali-Salzen bildet, sind oft mehr zum Krystallisiren geneigt, sie sind meist farblos. Viele derselben sind nicht näher untersucht, die Verbindungen mit schwefelsaurem Kali, Natron und Ammoniak (Eisenaalaun) sind den entsprechenden Thonerde-, Chromoxyd- und Manganoxyd-Verbin-

<sup>1)</sup> Ueber Reduction der Eisenoxydsalze s. Schönbein im Journ. f. pract. Chem. Bd. 30, S. 129.



dungen dieser Salze analog zusammengesetzt und damit isomorph, ebenso die oxalsauren Alkali-Doppelsalze und die Verbindung von schwefelsaurem Chinin mit schwefelsaurem Eisenoxyd (Will). *Schn.*

**Eisenoxydul**, *Oxydum ferrosum*, *Oxydulum ferricum*, *Ferum oxydulatum*, *Protoxyde de Fer*,  $\text{FeO}$ .

Im reinen Zustande kommt das Eisenoxydul in der Natur nicht vor, dagegen häufig in Verbindung mit anderen Körpern, wie im Spath-eisenstein, im Magneteisenstein, in einer großen Menge von Silicaten u. s. w. Seine chemische Darstellung im isolirten Zustande bietet große Schwierigkeiten. Nach Wackenroder <sup>1)</sup> soll man es durch Behandlung von Eisenoxyd mit Wasserstoffgas in einer weit unter dem Schmelzpunkte des Glases liegenden Temperatur ganz rein und metallfrei darstellen können. Nach Buchholz soll man es durch Oxydation des Eisens vermittelt Wasserdämpfen in der Glühhitze als schwarzes, sprödes Pulver, bei sehr hoher Temperatur als schmelzbare, metallglänzende, nicht glasartige Masse erhalten, die sich wie geglähte Thonerde in Säuren nur schwer löst, aber zuletzt mit den auf gewöhnliche Art durch doppelte Zersetzung dargestellten Oxydulsalzen vollkommen identische Salze bildet; nach Regnault und Gay-Lussac erhält man aber auf diese Weise stets Oxyduloxyd. — Das Eisenoxydulhydrat wird erhalten durch Fällen einer kochenden oxydfreien Eisenoxydulsalzlösung mit kochenden, also luftfreien kaustischen Lösungen der Alkalien als weißer, pulveriger Niederschlag, der ungemein schnell aus der Luft Sauerstoff anzieht, erst grünlich, dann schmutzig dunkelgrün, zuletzt braun wird, indem er sich in Eisenoxydhydrat verwandelt; beim Ausschluss der Luft mit Wasser gekocht, soll er schwarz werden durch Verlust seines Hydratwassers, in ähnlicher Weise wie z. B. Kupferoxydhydrat, indess ist dieser schwarze Niederschlag wahrscheinlich Oxydul-Oxyd. Nach Schmidt soll man beim Auswaschen des Niederschlages unter Vermeidung alles Luftzutritts und Trocknen desselben in Wasserstoffgas ein grünliches Pulver erhalten, was sich an der Luft schnell mit oft bis zum Glühen gehender Erhitzung oxydirt und roth wird. Im feuchten Zustande ist es nicht magnetisch. *Schn.*

**Eisenoxydul-Oxyd**, *oxidum ferroso-ferricum*, schwarzes Eisenoxyd. Die beiden Oxyde des Eisens scheinen in mehreren bestimmten Verhältnissen sich mit einander zu verbinden. In der Natur kommt eine solche Verbindung vor als Magneteisenstein (s. d. Art.), theils derb, theils krystallisirt in Formen des regulären Systems. Sie besteht aus 1 At. Eisenoxyd und 1 At. Eisenoxydul, und gehört jener merkwürdigen Gruppe isomorpher Mineralstoffe an, in denen ein Oxyd von der Formel  $\text{RO}$  und ein Oxyd  $\text{R}_2\text{O}_3$  in gleicher Atomenanzahl verbunden sind. Dieselbe Verbindung bildet sich stets unter Entwicklung von Wasserstoffgas, wenn über glühendes metallisches Eisen Wasserdämpfe geleitet werden (Gay-Lussac, Regnault). So erhalten, bildet sie eine schwarze metallglänzende spröde Masse von 5,4 specif. Gew., die beim Zerreiben ein schwarzes Pulver giebt. Nach Regnault setzt sie sich auch oft in kleinen regulären Octaedern auf dem Eisen ab. Von Säuren wird sie sehr schwierig und langsam auf-

<sup>1)</sup> Arch. d. Pharm. Bd. 35. S. 279 — 285 u. Bd. 36. S. 22 — 30. Pharm. Centralbl. S. 47. Jahrg. 1844.

gelöst. Wird sie mit weniger Säure, als zu ihrer vollständigen Auflösung erforderlich ist, digerirt, so wird das Eisenoxydul ausgezogen mit Zurücklassung von rothem Oxyd. Dieser Umstand sowohl, wie die unten näher anzugebende Eigenschaft des Eisenoxyds, gleich einer Säure die Oxydation des Eisens auf Kosten von Wasser zu veranlassen, berechtigen dazu, die Verbindungen von Eisenoxydul und -Oxyd gewissermaßen als Salze zu betrachten, worin ersteres die Rolle der Base, letzteres die der Säure spielt.

Von gleicher Zusammensetzung mit dem Magneteisenstein sind wahrscheinlich auch die Producte, die man nach den folgenden Verfahrensarten erhält und die bis jetzt nicht analysirt sind. Nach J. L. und Wr. wird festes Eisenchlorür, mit überschüssigem kohlensauren Natron vermischt, in einem Tiegel erhitzt, und nach dem Erkalten das Kochsalz mit Wasser ausgezogen, worauf Eisenoxydul-Oxyd als ein schwarzes Pulver zurückbleibt. Dasselbe bildet sich hierbei aus dem durch die Einwirkung von kohlensaurem Natron auf Eisenchlorür zunächst entstandenen kohlensauren Eisenoxydul, dadurch, dass daraus in stärkerer Hitze die Kohlensäure ausgetrieben, ein Theil derselben aber dabei von dem Eisenoxydul zu Kohlenoxydgas reducirt wird (Schmidt). Das so erhaltene Product lässt sich, ohne sich höher zu oxydiren, auswaschen und trocknen. Durch Auflösen desselben in Salzsäure und Fällen mit überschüssigem Ammoniak erhält man einen schwarzen Niederschlag, welcher ebenfalls beim Auswaschen und Trocknen sich nicht verändert. Dieser Niederschlag enthält Wasser, welches er bei gelindem Erhitzen abgibt. Nach einer andern von Wr. gegebenen Vorschrift werden zwei gleiche Mengen reinen oxydfreien Eisenvitriols, jede für sich, in Wasser aufgelöst, die eine Auflösung zum Sieden erhitzt, und durch nach und nach in kleinen Antheilen zugesetzte Salpetersäure vollständig oxydirt, dann die andere Auflösung hinzugemischt und die Mischung mit auf einmal im Ueberschuss zugesetztem Ammoniak niedergeschlagen. Es entsteht ein braunschwarzer Niederschlag, den man mit der Flüssigkeit bis zum Sieden erhitzt, und dann abfiltrirt und auswäscht. Er lässt sich in gelinder Wärme ohne Veränderung trocknen, und bildet nach dem Trocknen ein bräunlichschwarzes Pulver, welches, bei Luftabschluss erhitzt, schwarz wird und dabei ungefähr 7 Proc. Wasser abgibt. — Eisenoxydul-Oxyd, wahrscheinlich wasserhaltiges, erhält man ferner nach Wr. und Preufs., wenn man Eisenoxydhydrat mit Wasser und metallischem Eisen kocht. Das Eisen oxydirt sich unter Entwicklung von Wasserstoffgas und es bildet sich Oxydul-Oxyd als ein schwarzes Pulver, welches von dem überschüssigen metallischen Eisen sich leicht abschlämmt, und an freier Luft sich ohne Veränderung trocknen lässt, beim Trocknen in der Wärme aber sich leicht oxydirt und braun wird.

Verbindungen von Eisenoxyd und -Oxydul bilden sich auch, wenn metallisches Eisen in gröfseren Stücken in der Luft oder im Sauerstoffgase zum Glühen erhitzt wird. Das Eisen bedeckt sich dabei mit einer schwarzen Oxydkruste, die durch Hämmern in spröden blättrigen Massen abspringt und die man *Hammerschlag* oder *Glühspan* nennt. Der Hammerschlag enthält stets Oxyd und Oxydul, aber in veränderlichen Verhältnissen, und außerdem gewöhnlich metallisches Eisen, weshalb er mit Säuren Wasserstoffgas entwickelt. Die äußerste Schicht besteht immer hauptsächlich aus Oxyd und giebt deshalb einen rothen

Strich. Ueberhaupt scheint die Bildung von Oxydul-Oxyd unter diesen Umständen nur daher zu rühren, dass das an der Oberfläche sich bildende Oxyd von dem unterliegenden Metall reducirt wird, indem fein zertheiltes Eisen, hinreichend lange an der Luft geglüht, sich ganz in Oxyd verwandelt, vorausgesetzt, dass die Hitze nicht so stark ist, um das Oxyd unter Sauerstoffentwicklung zu zersetzen. Wird massives Eisen lange Zeit der Glühhitze ausgesetzt, so dass die sich bildende Oxydkruste eine größere Dicke erhält, so findet man letztere, wenn man sie zerbricht, oft aus mehreren durch ihr Ansehen deutlich unterscheidbaren Lagen zusammengesetzt. Mosander hat ein solches Oxyd untersucht, welches sich auf einem Eisenstücke während 24stündiger Rothglühhitze gebildet hatte. Es bestand deutlich aus zwei Schichten, von denen die innere dunkel, blasig und ohne Glanz war und aus 72,92 Oxydul und 27,08 Oxyd bestand, welches einer Verbindung von 6 At. Oxydul und 1 At. Oxyd =  $6 \text{ FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$  entspricht. Die äußere Schicht war dicht und glänzend, und enthielt weit mehr Eisenoxyd (32 bis 53 Proc.); es zeigte sich aber, dass sie keine homogene Masse war, sondern dass der Gehalt an Oxyd in ihr von außen nach innen zu abnahm. — Berthier, welcher ganze und dünnere Krusten von Hammerschlag untersuchte, fand darin 34 bis 36 Proc. Eisenoxyd.

Wird metallisches Eisen im Knallgasgebläse verbrannt, so erhält man ein Oxyd, welches nur 6,8 Proc. Sauerstoff enthält (Marchand). Dieser Sauerstoffgehalt entspricht der Formel  $\text{Fe}_4\text{O}$ , indess ist es wahrscheinlicher, dass das auf diesem Wege erhaltene Product, welches sich in Säuren unter Entwicklung von Wasserstoffgas auflöst, bloß ein zusammengeschmolzenes Gemenge von Eisenoxydul-Oxyd und metallischem Eisen ist.

Das Eisenoxydul-Oxyd, sowohl das natürliche wie das auf irgend eine Weise in wasserfreier Form oder als Hydrat dargestellte, wird vom Magnet angezogen, und ersteres ist gewöhnlich selbst attractorisch. Es wird bei Glühhitze durch Kohle, sowie durch Kohlenoxydgas, zu Metall reducirt; durch Wasserstoffgas erfolgt diese Reduction schon bei ungefähr  $+ 400^\circ$ . Es findet als Arzneimittel Anwendung und wird dazu häufig dadurch bereitet, dass man Eisenfeile, mit Wasser durchfeuchtet, der Luft aussetzt. Es bildet sich dabei zuerst Eisenrost, welcher dann bewirkt, dass das metallische Eisen auf Kosten von Wasser sich in Oxydul verwandelt. Nach einigen Tagen wird das gebildete Oxydul-Oxyd abgeschlämmt und möglichst rasch ohne Anwendung von Wärme getrocknet. Es führt in der Pharmacie den Namen Eisenmohr, *Aethiops martialis*. Ueber andere Bereitungsarten dieses Präparats s. d. Art.

Schn.

Eisenoxyduloxysalze. Das Eisenoxyduloxyd bildet mit den Säuren Salze, die zum großen Theil noch nicht untersucht sind. Sie sind wie die Oxydulsalze häufig grün, meist aber etwas dunkler gefärbt in's Gelbbraune ziehend. Mit Stoffen in Berührung, die sich nur mit dem Oxyd oder mit dem Oxydul verbinden können, zerfallen sie sehr leicht und vereinigen sich zum Theil damit, während das andere Salz gelöst bleibt; durch Alkalien wird Oxydoxydulhydrat grün gefällt, mit Kaliumeisencyanid bilden sie blaue Niederschläge. Kohlensaurer Kalk schlägt damit gekocht das Oxyd nieder, während das Oxydul gelöst bleibt (Fuchs).

Schn.

**Eisenoxydulsalze.** Das Eisenoxydul hat eine starke Verwandtschaft zu den Säuren, weit stärker als das Oxyd; denn mit löslichen Oxydsalzen als Hydrat oder kohlen-saures Salz zusammengebracht, fällt es jene und verbindet sich mit den Säuren. Die Oxydulsalze bilden sich stets, wenn metallisches Eisen mit Wasser, welches Säure enthält, in Berührung kommt, unter Zerlegung des Wassers. Die meisten sind in Wasser löslich und daraus krystallisirbar, manche sind in Wasser unlöslich, werden aber leicht von Säuren gelöst. Im wasserfreien Zustande sind fast alle farblos, mit Wassergehalt oder in Wasser gelöst, meist blassgrünlich gefärbt, von herbem, tintehaftem Geschmack. Reine und kohlen-saure Alkalien bewirken in den ganz oxydfreien Lösungen weisse Niederschläge, die an der Luft durch Aufnahme von Sauerstoff sehr schnell schmutzig grün und dann rothbraun werden. Ammoniakalze lösen die Oxydul-Niederschläge leicht auf, weshalb mit Ammoniak das Oxydul nicht vollständig gefällt werden kann, und bewirken, wenn viel freie Säure vorhanden war, gar keinen Niederschlag in reinen Oxydulsalzen. Durch Einwirkung der Luft oxydiren sie sich aber und alles Eisen scheidet sich zuletzt als Oxyd ab <sup>1)</sup>. Sulphydrate und lösliche Schwefelmetalle fällen aus den Eisenoxydulsalzen schwarzes Schwefeleisen, welches in Wasser und einem Ueberschuß des Fällungsmittels unlöslich ist, dagegen von Säuren leicht gelöst wird, und sich an der Luft schnell in Oxydsalz verwandelt. — Schwefelwasserstoff fällt das Eisen nur aus Salzen, deren Säure sehr schwach ist, oder wenn die Lösungen ganz neutral waren, theilweise. Ferrocyan-eisenkalium bewirkt darin einen weissen Niederschlag von Ferrocyan-eisen, der sich aber an der Luft augenblicklich oxydirt und blau wird. Ferridcyan-kalium fällt blaues Ferridcyan-eisen. Phosphorsaures Natron giebt einen weissen, an der Luft blau werdenden Niederschlag. Oxal-saure Salze fällen concentrirte Lösungen mit gelber Farbe, Gallus-säure verändert vollkommen oxydfreie Oxydulsalze nicht; viele nicht flüchtige organische Substanzen in hinreichender Menge in den Auflösungen gelöst, verhindern deren Fällung durch Alkalien.

An der Luft verändern sich alle Eisenoxydulsalze rasch durch Aufnahme von Sauerstoff. Ist die Lösung neutral, so bildet sich basisches Oxydsalz. Uebrigens findet diese Oxydation nur sehr langsam vollkommen Statt, und es bildet sich entweder basisches, unlösliches Oxydsalz und eine Doppelverbindung von Oxyduloxysalz oder die letztere allein, wie bei dem phosphor- und arseniksauren Salze. Die Oxyduloxysalze sind entweder gar nicht oder doch weit langsamer an der Luft veränderlich. Selbst im krystallisirten Zustande oxydiren sich die Oxydulsalze allmählig, obwohl langsamer als in Auflösung und bedecken sich mit einem braunen Pulver.

Mehrere Metalle, namentlich Gold und Silber, werden aus den Auflösungen ihrer Salze durch die Eisenoxydulsalze reducirt.

Stickoxydgas bildet mit den Eisenoxydulsalzen eigenthümliche Verbindungen. Es wird von ihren neutralen Lösungen in bedeutender Menge absorbirt und färbt sie dunkelbraun oder schwarz. Auf 2 At. Eisen wird 1 At. Stickoxyd aufgenommen, wenigstens ist es so beim schwefelsauren Oxydul und Eisenchlorür durch den Versuch von Peligot gefunden worden.

<sup>1)</sup> Ueber Oxydation der Eisenoxydulsalze s. Schönbein im Journ. f. pract. Chem. Bd. 30. S. 129.

Ueberschüssige Säure ist dabei ohne Einfluss. Beim Abdampfen der Lösungen in der Wärme oder im luftleeren Raume werden diese Verbindungen zersetzt. Stickoxydgas entweicht und reine Oxydulsalze bleiben zurück. Nur eine ganz kleine Menge des Stickoxyds wird von dem Salze beim raschen Erhitzen zersetzt, Stickgas entwickelt und Oxyd gebildet. Werden die stickoxydhaltigen Oxydulsalze z. B. durch Ferrocyankalium oder phosphorsaures Natron gefällt, so geht das Stickoxyd mit in die Niederschläge über, sie zersetzen sich aber sehr rasch an der Luft (Peligot). Mit Salpetersäure erwärmt oxydiren sich unter Stickoxydbildung die Eisenoxydulsalze, vereinigen sich damit zu den schwarzen Verbindungen, die beim Erhitzen oder viel überschüssiger Säure rasch zerlegt und farblos werden.

Durch Glühen bei freiem Luftzutritt wird das Eisenoxydul in allen seinen Salzen in Oxyd verwandelt, wobei die Säure, wenn sie flüchtig ist, ausgetrieben wird. Durch Glühen mit Kohle oder Erhitzen in Wasserstoff werden sie reducirt.

Das Eisenoxydul bildet vorzugsweise neutrale Salze; saure und basische sind kaum bekannt. Manche dieser Salze verbinden sich mit den Salzen anderer Basen zu Doppelsalzen, die bisweilen ganz farblos sind. Viele seiner Salze haben mit den entsprechenden Magnesia-, Manganoxydul-, Zink-, Kobalt- und Nickeloxysalzen gleichen Krystallwassergehalt und gleiche Krystallform.

*Schn.*

Eisenoxydul-Ammoniak, blausaures s. Ferrocyan-Ammonium etc.

Eisenoxydul-Kali, blausaures s. Blutlaugensalz. Thl. I. S. 903.

Eisenpecherz, (Eisensinter), auch Colophoneisenerz genannt, wegen seines harzähnlichen Aussehens, ist eine Verbindung von Eisenoxyd, Arseniksäure und Wasser, in dem Verhältnisse, wie es die Formel  $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{As}_2\text{O}_5 + 12 \text{H}_2\text{O}$  ausdrückt, sehr übereinstimmend mit dem Resultate einer Analyse von Kersten. Aber nicht immer kommt dies Mineral ganz rein vor, sondern ist zuweilen durch basisch schwefelsaures Eisenoxyd verunreinigt; mitunter in solcher Menge, dass sein Schwefelsäuregehalt bis zu 10 Proc. steigt. Wahrscheinlich ist das Eisenpecherz ein Product der Verwitterung des Arsenikkieses. Seine Farbe wechselt vom gelblich Weissen bis zum schwärzlich Braunen. Specif. Gew. 2,4.

*Th. S.*

Eisenresin s. Humboldtitt.

Eisenrost s. Eisenoxydhydrat.

Eisensafran s. Eisenoxyd.

Eisensalmiak. *Chloretum ferricum cum chloreto ammonico.*

Eisenchlorid mit Salmiak. *Ammonium muriaticum martiatum, Flores salis ammoniaci martiales*, eisenhaltige Salmiakblumen.

Seine Bereitung wird zuerst von Basil. Valentinus im 15. Jahrhundert erwähnt. Nach alten Vorschriften stellte man dies Präparat durch Sublimation von Salmiak mit Eisenfeile, oder Blutstein u. s. w. dar. Die neueren Vorschriften lassen Eisenchlorid mit Salmiak sublimiren, oder nur eindampfen, oder krystallisiren. Entweder 1 Thl. Eisen in hinreichender Salzsäure gelöst, zur Trockne verdampft, mit 12 Thln. Salmiak in Wasser gelöst, eingetrocknet und bei allmählig gesteigerter Hitze in einer Re-

torte sublimirt, bis keine Dämpfe mehr aufsteigen, oder 1 Thl. Eisenchlorid mit 16 Thln. Salmiak zusammen gelöst, eingetrocknet und sublimirt. Die erhaltenen Sublimate werden zerrieben, gut gemengt und in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt.

Nach Roloff und Geiger wird der Eisensalmiak durch Krystallisation erhalten, wenn 1 Thl. trockenes Eisenchlorid, 3 Thle. Salmiak in 6 Thln. Wasser gelöst und die Flüssigkeit in einem hohen Cylinderglase zum Kochen erhitzt, so lange verdampft wird, bis die anfangs trübe Lösung in der Hitze wieder klar wird, worauf man erkalten lässt. Die neueste preussische Pharmacopöe schreibt auf 8 Thle. Salmiak  $1\frac{1}{2}$  Thl. Eisenöl vor, und lässt das in Wasser gelöste Gemisch krystallisiren. Nach Mohr sollen 12 Thle. Salmiak in möglichst wenig Wasser gelöst, mit 1 Thl. krystallisirtem Eisenchlorid gemengt, unter beständigem Umrühren zur Trockne verdunstet werden. Nach Winkler soll ein Präparat von bestimmter Zusammensetzung erhalten werden, wenn 1 Thl. krystallisirtes Eisenchlorid mit 10 Thln. Salmiak und 20 Thln. Wasser zum Kochen erhitzt und in ein hohes Gefäß filtrirt wird. Beim Erkalten scheiden sich regelmäßige Krystalle von einem Gehalt von 0,862 Procent Chlorid ab. Die Lauge kann nicht weiter benutzt werden. Nach all diesen verschiedenen Vorschriften erhält man verschieden aussehende, in ihrem Gehalt an Eisenchlorid zwischen 5 und  $\frac{1}{2}$  Procent variirende Gemische desselben mit Salmiak, die Krystalle sind luftbeständig, die Sublimate ziehen Feuchtigkeit an. Zu pharmaceutischem Behuf muss er daher stets genau nach der landesüblichen Pharmacopöe bereitet werden. Ueber die Verbindung von 1 Atom Eisenchlorid mit 2 Atomen Salmiak s. Eisenchlorid. Der Eisensalmiak wird jetzt wenig in der Medicin gebraucht, er ist ein Bestandtheil der *Tinct. Martis aperitiva* s. *Aroph. Paracelsi*.

Schn.

**Eisensand.** Fast aller natürlich vorkommende Sand ist mehr oder weniger eisenhaltig. Unter »Eisensand« versteht man jedoch gemeinlich nur solche Sandarten, welche eine beträchtliche Menge Partikeln von Magneteisen, Titaneisen oder Eisenglanz bei sich führen, und dadurch zum Theil magnetisch werden. Es sind diese Sandarten offenbar Trümmer verschiedener (besonders Ur-) Gesteinsarten, welche durch die Einwirkung fließender Gewässer einem natürlichen Wasch- (Aufbereitungs-) Prozesse unterworfen wurden.

Th. S.

**Eisensau** ist die hüttenmännische Benennung solcher Eisenmassen, die sich bei verschiedenen Schmelzprocessen, wider Willen des Hüttenmannes, in dem untern Theile der Schachtöfen (dem Gestell) aussondern, und nach dem Aufhören der Schmelzcampagne, oft mit vieler Mühe, aus dem Gemäuer des Ofens herausgebrochen werden müssen. In chemischer Beziehung haben dieselben einiges Interesse wegen seltener Bestandtheile, die in ihnen zuweilen vorkommen. So z. B. enthalten die bei dem Mansfelder Kupferhüttenprocesse fallenden Eisensauen mitunter eine beträchtliche Menge Molybdän (nach Heine's Untersuchung). Ein solcher Molybdängehalt verräth sich leicht durch starken Glanz und silberweiße Farbe. Die aus den Gestellen verschiedener Schlesischer Hohöfen herausgebrochenen Frischeisenmassen enthalten zuweilen kupferrothe Massen oder würfelförmige Krystalle von ausgeschiedenem Titan. Silicium-Eisen tritt in einigen Freiburger Eisensauen auf.

Th. S.

**Eisensäure**, von Fremy entdeckt. Es ist bis jetzt nicht glücklich, weder die Säure isolirt in reinem Zustande, noch eins ihrer Salze rein darzustellen. Fremy gab ihre Zusammensetzung als durch die Formel  $\text{FeO}_3$  ausdrückbar an. H. Rose und D. Smith haben dies durch ganz verschiedene Analysirmethoden bei, auf verschiedene Weise dargestellter Säure als richtig nachgewiesen. Nach Fremy wird die Säure entweder auf trockenem Wege erhalten durch Glühen eines Gemenges von 1 Thl. Eisenfeile mit 2 Thln. Salpeter, oder auf nassem Wege, durch Behandeln einer Auflösung von kaustischem Kali, worin Eisenoxydhydrat suspendirt ist, mit einem raschen Strome von Chlorgas in der Wärme. Es entsteht Chlorkalium und der freiwerdende Sauerstoff oxydirt das Eisenoxyd zu Eisensäure, die sich mit dem Kali verbindet zu einer dunkelrothen, bei starker Verdünnung amethystrothen Flüssigkeit, die an der Luft sich allmählig unter Sauerstoffentwicklung und Abscheidung von Eisenoxyd zerlegt, wobei sich bisweilen eine grüne Färbung zeigt, die von eingemengtem mangansaurem Kali herrührt (H. Rose). D. Smith glaubt, dass sie bedingt werde durch eine zwischen dem Oxyd und der Säure liegende Oxydationsstufe des Eisens. Nach Tromsdorff, Wackendorfer und Otto gelingt die Bereitung der Säure auf trockenem Wege mit Salpeter sehr gut, wenn man 1 Thl. Eisenfeile mit 12 Thln. Salpeter gemischt in einen schwach rothglühenden, sehr geräumigen Tiegel auf einmal einträgt und vom Feuer entfernt (etwa ein Loth des Gemenges in einen Tiegel, der 1 Pfund Wasser fassen kann), die erstarrte Masse noch heiß pulvert und in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt. Bei der Bereitung mit Chlorgas muss die Kalilauge concentrirt und kein Ueberschuss von Chlorgas angewandt werden, weil sich sonst die Eisensäure zersetzt.

Poggendorff hat gezeigt, dass Eisensäure gebildet wird, wenn man ein galvanisches Element zusammenstellt aus Gusseisen, welches in Kalilauge, die in einem porösen Thoncyliner enthalten ist, taucht und aus damit verbundenem Platin, welches in derselben Salpetersäure steht, wie der Thoncyliner. Sobald die Metalle einander berühren, färbt sich die Kalilauge roth von aufgelöster Eisensäure, was vielleicht von der Entstehung von Kaliumsuperoxyd abhängig ist. Schmiedeeisen und Stahl, sowie manches Gusseisen sollen nach demselben keine Eisensäure liefern, englisches Roheisen dazu am tauglichsten seyn.

Rose stellte sich eisensaures Kali dar, indem er den aus einer Platte von Gusseisen bestehenden positiven Pol einer Grove'schen Säule in einen Thoncyliner, der concentrirte Kalilauge enthielt, tauchen liefs, diesen Cylinder aber in ein mit ebenso concentrirter Kalilauge gefülltes Glas, in welches zugleich der aus Platinblech bestehende negative Pol der Säule geleitet war, stellte. Den ganzen Zersetzungsapparat stellte er in Eis, um ihn auf möglichst niedriger Temperatur zu erhalten. Er liefs den Apparat 24 Stunden in Wirksamkeit. Neben der sich bildenden Eisensäure entwickelte sich anfangs freies Sauerstoffgas am positiven Pole, und bei sehr langer Entwicklung setzten sich an dem positiven Pole kleine Krystalle von eisensaurem Kali ab, an dem negativen schlug sich, je poröser der Thoncyliner war, desto mehr Eisenoxyd nieder.

Die dunkelrothe Lösung enthält viel freies Kali und ist in dieser Vermischung am haltbarsten, obwohl immer viel leichter zersetzbar, als die Lösung von übermangansaurem Kali. Durch Verdünnen mit anderen

Salzlösungen, selbst mit reinem Wasser, erfolgt die Ausscheidung von Eisenoxyd schneller. Chlorkalium beschleunigt die Zersetzung weniger als Chlornatrium, obwohl auch mit diesem Salze gemengt, die Lösung sich nur allmählig zerlegt und sogar durch Papier ohne vollständige Zersetzung filtrirt werden kann.

Im concentrirten Zustande kann die Lösung des eisensauren Kali's gekocht werden ohne Zersetzung, aber nur etwas verdünnt, verliert sie unter Abscheidung alles Eisens als Oxyd ihre Farbe sogleich vollständig. Ammoniaksalze entfärben die Lösung augenblicklich, indem durch das vorhandene freie Kali Ammoniak entwickelt wird, welches reducirend auf die Säure einwirkt. Schwellige Säure wirkt ähnlich, durch alle Säuren, selbst diejenigen, welche die Lösungen des übermangansaurer Kalis nicht zersetzen, wie Salpetersäure u. s. w., wird die eisensaure Kalilösung zerlegt.

Durch einige Salze mit organischer Säure wird die Auflösung sogleich entfärbt, z. B. durch wein- und traubensaure Alkalien, durch andere ähnliche Salze, wie citronensaure, oxal-, essig-, ameisen-, benzö- oder bernsteinsaure, wird nur eine allmähliche Zersetzung bewirkt. Zucker, Eiweiß, sowie Alkohol bewirken eine schnelle Zerlegung, letzterer scheint dabei Aldehyd oder eine ähnliche Substanz zu bilden.

Mit Schwefelwasserstoff behandelt, erhält man eine intensiv grüne Lösung, aus der nur durch anhaltendes Kochen schwarzes Eisenoxyd abgeschieden wird, wenn sie concentrirt ist; im verdünnten Zustande wird sie beim Erhitzen braun, nach dem Erkalten aber wieder grün, ohne verändert worden zu seyn. Es hat sich offenbar ein Schwefelsalz gebildet, worin wahrscheinlich ein der Eisensäure proportionales Schwefel-eisen enthalten ist (H. Rose).

H. Rose analysirte die Verbindung, indem er eine durch Einwirkung des galvanischen Stromes erhaltene, möglichst concentrirte, durch grobes Glaspulver filtrirte Lösung mit schwelliger Säure bis zur Reduction aller Eisensäure zu Oxyd behandelte, alsdann rasch bis zum Kochen erhitzte, das Eisenoxyd bei Luftausschluss abfiltrirte, in Säure löste und mit Ammoniak gefällt, sammelte, glühte und wog. Die beim Ausschluß der Luft filtrirte, mit Salzsäure übersättigte und gekochte, mit Chlorbarium versetzte Lösung lieferte einen Niederschlag von schwefelsaurer Baryterde, woraus die Sauerstoffmenge berechnet wurde, welche die Eisensäure bei ihrer Reduction zu Oxyd an die schwellige Säure bei ihrer Oxydirung abgegeben hatte. Die erhaltenen Mengen stimmen genau mit den für die Formel  $Fe + 3O$  berechneten Zahlen. Nach Smith erhält man durch Versetzen der eisensauren Kalilösung mit Chlorbarium ein ziemlich beständiges, schwer oder unlösliches dunkel carmoisinrothes Salz in Pulverform, dessen Zusammensetzung ihn zu der auch von Rose gefundenen Formel für die Säure führte. Schn.

**Eisenschäum.** Das schmelzende Eisen im Hohofen nimmt meist, durch seine Berührung mit dem Brennmaterial und den kohlenstoffreichen Gasarten, mehr Kohlenstoff auf, als es bei der Erstarrung in sich erhalten kann. Ein Theil dieses überschüssigen Kohlenstoffs sondert sich daher hierbei in der ganzen Masse des Roheisens aus, in Gestalt von kleinen Graphitblättchen (gleich dem Glimmer im Granite) und macht dadurch das Roheisen zu einem sogenannten grauen. Oft aber ist der Ueberschuss des Kohlenstoffs so groß, dass sich auf der



erstarrenden Oberfläche solchen grauen Roheisens, und auch zuweilen in inneren Drusenräumen, krystallinische Vegetationen bilden, welche aus einer Zusammenhäufung von Graphitblättchen bestehen und Eisenschaum genannt werden. Dieser künstliche Graphit, welcher übrigens ganz die Krystallform des natürlichen hat, ist stets durch eine größere oder geringere Menge von Eisen verunreinigt. Auch Kieselerde kann darin vorkommen. Will man daher den Eisenschaum als reinen Kohlenstoff benutzen, so muss derselbe erst von seinen (wahrscheinlich nur mechanischen) Verunreinigungen befreit werden, was am besten durch längeres Kochen zuerst mit Salzsäure, und dann mit kaustischem Kali und zuletzt durch Glühen in Chlorgas geschieht.

*Th. S.*

**Eisenschlacke.** Die Gebirgsarten, welche die Eisenerze begleiten, schmelzen beim Hohofenprocesse zu einer glasartigen Masse, der Eisenschlacke, zusammen. Die Bildung einer solchen Eisenschlacke ist nicht etwa bloß ein nothwendiges Uebel, sondern sie ist ein Erforderniss für den guten Ausfall des Schmelzens, indem sie hauptsächlich den gebildeten, schmelzenden Eisenpartikeln als eine schützende Hülle gegen die oxydirende Wirkung des Gebläsestromes dienen soll. Alle Eisenschlacken sind Silicate mit verschiedenartigen Basen, unter denen jedoch Kalkerde, Thonerde und Talkerde in der größten Menge und Häufigkeit auftreten. Ein kleiner Eisenoxydulgehalt (1 — 4 Proc.) pflegt auch nie zu fehlen. Meist sind diese Basen in einem solchen Verhältnisse mit Kieselsäure verbunden, dass der Sauerstoffgehalt der letzteren etwa doppelt so groß ist, als der der ersteren zusammengenommen. Der Hüttenmann bezeichnet derartige Verbindungen mit dem Namen Bi-Silicate; nach gewöhnlicher, chemischer Nomenclatur müssen sie dagegen Zweidrittel-Silicate genannt werden. Die Farbe der Eisenschlacken kann sehr verschieden, weißlich, grünlich, bräunlich etc. seyn. Zuweilen erhält man mehr oder weniger schön blau gefärbte Schlacken, deren Farbe, wie Kersten gezeigt hat, von Titan (wahrscheinlich Titanoxyd) herrührt. — Zuweilen versteht man auch unter Eisenschlacken diejenigen Schlacken, welche sich beim Eisen-Frischprocesse bilden, und gewöhnlich Frischschlacken genannt werden, während man die der erstern beschriebenen Art mit dem Namen Hohofenschlacken bezeichnet. Die Frischschlacken sind fast reine Eisenoxydul-Silicate, nur zuweilen durch geringe Mengen von Manganoxydul-, Kalkerde-, Talkerde-, Thonerde- und Alkali-Silicaten verunreinigt. Man unterscheidet hauptsächlich zwei Arten derselben, nämlich die g a a r e und die r o h e Frischschlacke. Erstere ist, nach hüttenmännischer Bezeichnung, ein Sub-Silicat, letztere ein Singulo-Silicat. In der erstern ist der Sauerstoffgehalt der Kieselerde nur  $\frac{1}{2}$  von dem des Eisenoxyduls, und in der andern sind beide gleich groß. Beide Arten von Silicaten treten oft in deutlich ausgebildeten Krystallen auf, welche in ihrer Form ganz denen des Olivins gleichkommen. Es ist dies leicht zu erklären, wenn man berücksichtigt, dass die Formel des Olivins  $3 \text{ MgO}, 3 \text{ FeO} \cdot \text{SiO}_3$  ist. Dass aber das Sub-Silicat  $6 \text{ FeO} \cdot \text{SiO}_3$  auch dieselbe Krystallform besitzt, wird wohl nur dann erklärbar, wenn man annimmt, dass der Theil des Eisenoxyduls, welchen das Sub-Silicat mehr enthält als das Singulo-Silicat, nur mechanisch (wenigstens bei der erstarrten Schlacke) eingemengt sey. Dass sich dieser Theil des Eisenoxyduls in keiner so innigen Ver-

bindung mit der Kieselerde befindet wie der andere, geht übrigens schon daraus hervor, dass derselbe, bei stärkerm Erhitzen mit leicht oxydirbaren Körpern, seinen Sauerstoffgehalt abgiebt, wodurch sich aus der gaaren Frischschlacke eine rohe bildet, und metallisches Eisen abgeschieden wird. Auf diesem Umstand beruht eben die wichtige oxydirende Eigenschaft der gaaren Frischschlacke beim Frischprocesse. Sowohl der überschüssige Kohlenstoff als der Siliciumgehalt des Roh-eisens werden hierdurch aus demselben entfernt.

Th. S.

Eisenseife, *Sapo Ferri*, Eisenpflaster wird die Verbindung von fetten Säuren mit den Oxyden des Eisens genannt.

Eisenvitriollösung mit Oelseifenlösung gemischt, liefert einen grünlichweißen, durch Auswaschen an der Luft und Schmelzen grünlichschmutzig werdenden pflasterähnlichen Niederschlag, der in Wasser unlöslich, in Terpentinöl, Aether und fetten Oelen löslich ist. 5 Thle. Vitriol auf 6 Thle. Seife sind hinreichend; mit Talgseifen ist der Niederschlag noch etwas härter. Die Eisenoxydsalze liefern braunrothe, etwas weichere, geschmeidigere Niederschläge.

Schn.

Eisensinter s. Eisenpecherz.

Eisenstein pflegt man jedes in compacter Form vorkommende Eisenerz zu nennen.

Th. S.

Eisensteinmark (*Terra miraculosa Saxoniae*) ist ein Thonerde- und Eisenoxyd-Silicat mit Wassergehalt, welchem, nach Schüler's Analyse, die Formel:  $2 \text{Al}_2\text{O}_3, 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{SiO}_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$  zukommt. Jedoch treten auch kleine Mengen von Kalkerde, Talkerde, Kali und Manganoxyd darin auf, die sich nicht gut in eine Formel bringen lassen. Es bildet derbe, erdige Massen von lavendel- bis pflaumenblauer Farbe, mit weißen oder rothen Zeichnungen. Findet sich als Lager von geringer Mächtigkeit im Steinkohlengebirge bei Planitz (in der Gegend von Zwickau) in Sachsen.

Th. S.

Eisensulfocyanid erhält man durch Lösung von frisch niedergeschlagenem Eisenoxydhydrat in Schwefelcyanwasserstoffsäure und Abdampfen der Flüssigkeit als eine intensiv dunkelrothe, zerfließliche Masse, welche sowohl in Wasser als Alkohol leicht löslich ist. Die Farbe dieser Verbindung ist so intensiv, dass durch Schwefelcyanwasserstoff die kleinste Menge von Eisenoxyd in einer Lösung sichtbar gemacht werden kann. Durch starke Säuren wird die rothe Farbe in Gelb verwandelt. In Gläsern dem Sonnenlicht ausgesetzt, soll eine verdünnte Lösung dieses Salzes nach Grotthus sich entfärben, und dies am schnellsten durch die grünen Strahlen des Spectrums stattfinden; wenn die Lösung aber in offenen Gefäßen direct von den Sonnenstrahlen getroffen wird, soll sie sich nicht entfärben oder entfärbt die rothe Farbe wieder annehmen.

Schn.

Eisensulfocyanür entsteht bei der Lösung von Eisen in Schwefelblausäure, in fester Form ist es nicht bekannt; die Lösung ist schwach blaugrün, schmeckt ähnlich wie Eisenvitriol, oxydirt sich an der Luft und wird schnell intensiv roth. In Verbindung mit Schwefelcyanalkalium erhält man es durch gelindes Erhitzen eines Gemenges von Schwefel mit Ferrocyankalium bis zum anfangenden Schmelzen und Lösen der Masse in Wasser.

Schn.

Eisensulfuret, Einfach - Schwefeleisen, Eisensulfür,  $FeS$ 

Wenn Eisenblechstücke und Schwefel in einem verschlossenen Gefäße eine Zeit lang einer erhöhten, jedoch nur soviel gesteigerten Temperatur ausgesetzt werden, dass die entstehende Verbindung nicht schmilzt, so findet man nach dem Erkalten das Blech mit einer Rinde von gelblichem, metallischglänzendem Eisensulfuret bedeckt, die beim Biegen der Bleche abfällt. Hat man bis zum Schmelzen der Verbindung erhitzt, so erhält man, wenn Eisen im Ueberschuss vorhanden, Gemenge von Sub-sulfureten, wenn Schwefel vorherrscht, Gemische von Bisulfuret mit Eisensulfuret. Ferner wird diese Schwefelungsstufe durch Niederschlagen von Oxydulsalzen mit Sulfhydraten erhalten. In diesem Zustande oxydirt es sich äußerst schnell an der Luft. Auch durch Mengen von  $3\frac{1}{2}$  Thl. Eisenfeile mit 2 Thln. Schwefelpulver und Anrühren mit Wasser entsteht unter beträchtlicher Erwärmung Einfach-Schwefeleisen. Im Großen geht die Erhitzung bis zum Glühen. Es ist ein Bestandtheil des Buntkupfererzes.

Das erste Eisensubsulfuret wird nach Arfvedson erhalten durch Glühen von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd in einem Strome von Wasserstoffgas. Unter Entweichung von Wasser und schwelliger Säure bleibt ein schwarzgraues, metallischen Strich gebendes, in verdünnten Säuren unter Entwicklung von 7 Vol. Wasserstoff auf ein Vol. Schwefelwasserstoff lösliches, nach der Formel  $Fe_3S$  zusammengesetztes Pulver zurück.

Das zweite nach der Formel  $Fe_2S$  zusammengesetzte Eisensubsulfuret erhält man nach Arfvedson durch gleiche Behandlung von wasserfreiem schwefelsauren Eisenoxydul mit Wasserstoff als graues, in verdünnten Säuren unter Entwicklung von 1 Vol. Wasserstoff auf 1 Vol. Schwefelwasserstoffgas lösliches Pulver. Dieselbe Schwefelungsstufe ist in manchen Producten der Hüttenschmelzprocesse, wo sich Gemenge verschiedener Schwefelmetalle bilden, häufig enthalten. Beide Subsulfurete in Schwefelwasserstoff zum Glühen erhitzt, nehmen Schwefel auf und verwandeln sich in dem Magnetkiese gleich zusammengesetztes Schwefeleisen.

Das Eisensesquisulfuret,  $Fe_2S_3$ , bildet sich, wenn Eisenoxyd, aber kaum bis zu der Temperatur des kochenden Wassers erhitzt, einem Strome von Schwefelwasserstoffgas ausgesetzt wird. Auch in der Kälte entsteht diese Verbindung durch Behandeln mit Schwefelwasserstoff, sowohl von getrocknetem Oxydhydrat, wie von feuchtem, nur dass bei ersterem die Zersetzung langsamer, aber unter wahrnehmbarer Temperaturerhöhung, bei letzterem rascher, aber ohne Wärmeentwicklung vor sich geht. Das völlige Austrocknen muss im luftleeren Raume geschehen, weil die feuchte Verbindung an der Luft schnell in ein Gemenge von Eisenoxyd und Schwefel zerfällt. Einmal getrocknet zersetzt sie sich an der Luft nicht. Dies dem Eisenoxyd proportional zusammengesetzte Schwefeleisen hat eine gelbe, etwas minderglänzende Farbe als Schwefelkies. In verdünnter Schwefelsäure und Salzsäure entwickelt es Schwefelwasserstoff und Eisenbisulfuret von der ursprünglichen Form der angewandten Stücke bleibt zurück; feucht sind diese zerdrückbar, gewinnen aber durch Austrocknen festen Zusammenhang. Auch wenn eine neutrale Eisenoxydlösung zu der Lösung eines Sulfhydrats tropfenweise gegossen wird, bildet sich diese Schwefelungsstufe. Wenn das Sulfhydrat in die Eisenlösung gegossen wird, findet Desoxydation des Oxyds zu Oxydul unter

Abscheidung von Schwefel und alsdann von Einfach-Schwefeleisen Statt. Auch ist das Eisen in diesem Verhältniss mit Schwefel verbunden in dem Kupferkies vorhanden. Vom Magnet wird es nicht angezogen, bei anfangendem Glühen giebt es Schwefel ab und verwandelt sich in Magnetkies.

Eisenbisulfuret, Eisenpersulfuret. Nach der Formel  $\text{FeS}_2$  zusammengesetzt, entsteht durch Erhitzen, aber nicht bis zum Glühen, von Eisenoxyd in Schwefelwasserstoffgas; es entweicht anfangs Wasser, durch darin suspendirten Schwefel getrübt, und schwellige Säure, zuletzt aber entweicht Wasserstoff, indem die anfangs gebildete niedrigere Schwefelungsstufe mehr Schwefel aufnimmt. Wählt man zu diesem Versuche natürlich vorkommende Krystalle von Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat oder kohlensaurem Oxydul, so werden diese zersetzt, ohne ihre Form zu verändern; man erhält auf diese Weise Krystalle von Schwefeleisen in einer Krystallform, welche anderen Mineralien angehört, sogenannte Afterkrystalle, die den Glanz und selbst zum Theil die Spaltbarkeit jener beibehalten haben (Berzelius).

Wenn auf trockenem Wege bereitetes Schwefeleisen mit seiner halben Menge Schwefel innig gemengt, bei einer nicht bis zum Glühen steigenden Temperatur destillirt wird, so erhält man ein gelbgraues voluminöses, metallisch aussehendes Pulver, welches vom Magnet nicht angezogen wird, und dieselbe Zusammensetzung besitzt. In der Natur kommt es als Schwefelkies mit hell messinggelbem, starkem Metallglanz und in Formen des regulären Systems krystallisirt sehr häufig vor. Andere Abänderungen von gleicher Zusammensetzung werden Wasser-, Strahl- oder Speerkies genannt. Künstlich erhält man es in kleinen messinggelben Octaedern krystallisirt, wenn man ein Gemenge von Eisenoxyd, Schwefel und Salmiak in einem Glaskolben langsam bis zur vollständigen Sublimation des Salmiaks erhitzt (W r.).

Schwefeleisen entweder nach der Formel  $6 \text{FeS} + \text{FeS}_2$  oder  $5 \text{FeS} + \text{Fe}_2\text{S}_3$  kommt in der Natur als Magnetkies vor. Es bildet sich stets, wenn Eisen in einer Temperatur mit überschüssigem Schwefel behandelt wird, die den Ueberschuss des letzteren austreibt und Glühhitze ist. Es bildet sich daher bei fast allen Bereitungen von künstlichem Schwefeleisen in der Hitze. Es wird von verdünnten Säuren aufgelöst. Zu dem Behuf der Schwefelwasserstoffentwicklung bereitet man sich das Schwefeleisen auf sehr verschiedene Weise. Ein sehr gut für analytische Zwecke anwendbares erhält man, wenn in einem hessischen Tiegel mittelgroße, etwa 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Zoll lange Eisennägel bis zum Weißglühen erhitzt und nun so lange Schwefelstücke darauf geworfen werden, bis derselbe abbrennt. Man gießt die Masse alsdann am besten in einen alten hessischen Tiegel oder auch auf eine trockene gusseiserne Platte aus. Geschieht dies nicht, so muss der Schmelztiegel zerschlagen werden, um das gebildete Schwefeleisen herausnehmen zu können. Es ist eine schwere, innen metallisch glänzende, sehr harte krystallinische Masse, die heiß zerschlagen, sogleich bunt anläuft, sich aber an der Luft und in Wasser nicht verändert, von verdünnten Säuren langsam, nicht stürmisch zerlegt wird. Ein ähnliches Präparat erhält man, wenn Stangenisen, bis zum Funkensprühen vor dem Gebläse einer Esse erhitzt, über eine Schale mit Wasser gehalten und mit Schwefel bestreut wird, wo dann das Schwefeleisen tropfenweise herabrinnt und sich als Kugeln unter dem Wasser ansammelt; ferner, wenn eine weißglühende Eisenstange in ein mit Schwefel gefülltes Gefäß von Gusseisen getaucht wird.

Diese Methode ist zuerst von Gahn angegeben worden. Die beiden letzteren Arten haben den Vorzug, dass man nie Eisen mit dem Schwefeleisen gemengt erhält, dass sich daher bei der Zersetzung durch Säuren nie Wasserstoff zugleich mit dem Schwefelwasserstoff entwickelt, was freilich bei den meisten analytischen Versuchen gleichgültig ist. Schwefeleisen ist in schmelzendem Eisen leicht löslich, man kennt die Grenzen der Löslichkeit nicht. Aber schon geringe Mengen von Schwefeleisen ertheilen dem Schmiedeeisen die Eigenschaft, in der Rothglühhitze seine Geschmeidigkeit zu verlieren, rothbrüchig zu werden und es gehört dazu oft nur eine äußerst geringe Menge.

Wie bei dem Eisensulfuret angeführt, verbinden sich Eisen und Schwefel in pulverigem Gemenge mit Wasser angerührt. An der Luft nimmt die Verbindung aber sehr rasch, oft unter bis zum Glühen gehender Erwärmung Sauerstoff auf und mit verdünnten Säuren entwickelt sich der Schwefelwasserstoff daraus so rasch, dass sie zu analytischen Zwecken weniger brauchbar ist.

Wenn aus gröblich gepulvertem Schwefelkies in schlecht verschlossenen Gefäßen der Schwefel ausgetrieben, wobei die Masse während der Abkühlung Sauerstoff aufnehmen kann, oder wenn rothes Eisenoxyd mit Schwefel gemengt, bei einer Temperatur, in der der überschüssige Schwefel abdestillirt, in einer Retorte erhitzt wird, aber nicht bis zum Glühen, so erhält man ein kastanienbraunes, in Säuren nur langsam ohne Schwefelwasserstoffentwicklung zu Oxydulsalz lösliches Pulver, das vom Magnet angezogen wird und bei geringer Erwärmung wie Feuerschwamm verflammt. Seine Zusammensetzung ist nicht näher untersucht

Schn.

**Eisentinctur, gemeine.** *Tinctura Martis adstringens.* 1 Thl. Eisenfeile wird mit 6 Thln. rohem Essig gekocht und die gesättigte, auf den vierten Theil verdampfte Lösung mit Zimmtwasser vermischt. Die *Tinct. acetatis Ferri* der Edinb. und Dubliner Pharmacopöe ist ebenfalls eine Lösung von essigsauerm Eisenoxydul, aber in Weingeist, durch Digestion von 1 Thl. Eisenvitriol und 2 Thln. essigsaueren Kali's mit 20 Thln. Weingeist zu erhalten. Klaproth's Eisentinctur wird durch Lösung von Eisenoxydhydrat in Essigsäure und Versetzen der Lösung mit ätherhaltigem Weingeist erhalten. Ueber Ludwig's tartarisirte Eisentinctur s. Eisenweinstein. Ueber salzsaure Eisentinctur, *Tinct. ferri muriatici s. salita* s. Eisenchlorür. Ueber Stahl's alkalisirte Eisentinctur s. Eisenoxydsalze. Ueber Bestuscheff's ätherhaltige Eisentinctur s. Eisenäther.

Schn.

**Eisenvitriol.** Die Eigenschaften des reinen Salzes s. schwefelsaures Eisenoxydul. Der Eisenvitriol kommt als neueres, natürliches Erzeugniß sowohl in verschiedenen Wässern (besonders Grubenwässern) aufgelöst, als auch in fester, krystallinischer Gestalt vor. In beiden Fällen verdankt er seine Entstehung der Verwitterung von schwefel- und eisenhaltenden Mineralien, besonders des Schwefelkieses, Speerkieses und der verschiedenen Magnetkiese. In fester Gestalt tritt er entweder in Krystallen auf, welche ein ganz übereinstimmendes Aussehen mit den künstlich hervorgebrachten haben, oder er bildet draht-, büschel- oder haarförmige Vegetationen (Auswitterungen). Zuweilen findet er sich auch als stalaktitenförmiger Ueberzug. Die künstliche Darstellung des Eisenvitriols geschieht meist auf ganz ähn-

liche Weise, auf welche ihn die Natur hervorbringt. Nur in den wenigsten Fällen ist es ökonomisch vortheilhaft, Eisenvitriol durch Auflösung von Eisen in verdünnter Schwefelsäure zu bereiten. In einem solchen Falle wendet man zur Lösung von 100 Thln. Stabeisen-Bruchstücken (Gusseisen ist meist zu unrein) 150 bis 160 Thle. concentrirter Schwefelsäure an, welche mit dem dreifachen Gewichte Wasser verdünnt werden. Eigentlich sind zu 100 Thln. reinem Eisen etwa 183 Thle. concentrirter Schwefelsäure erforderlich; man thut aber besser in dem angeführten Verhältnisse weniger zu nehmen, weil man dadurch verhindert, dass sich Eisenoxydsalz, durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft, in der Auflösung bilden und erhalten kann, indem dies durch das überschüssige Eisen sogleich zersetzt wird. Die erhaltene Vitriolsolution ist so concentrirt, dass sie leicht zum Krystallisiren gebracht werden kann. Am häufigsten wird der Eisenvitriol durch zweckmäßige Behandlung der oben genannten natürlich vorkommenden Schwefelungsstufen des Eisens gewonnen. Wendet man gewöhnlichen Schwefelkies hierzu an, so muss derselbe, besonders wenn er in grösseren, compacten Stücken vorkommt, erst einer höhern Temperatur ausgesetzt werden. Entweder kann man ihn rösten, oder auch in verschlossenen Räumen, zur Gewinnung eines Theils seines Schwefels, erhitzen. Das Rösten geschieht meist in Haufen mit untergelegtem Scheitholz und der letztere Process in einem Schwefeltreibofen, wie er bei der Gewinnung des Schwefels gebraucht wird. Durch die Röstung wird sogleich ein Theil schwefelsaures Eisenoxydul erzeugt, jedoch bleibt noch ein Theil des abgeschwefelten Kieses hierbei unoxydirt, und man lässt daher die ausgebrannten Rösthaufen noch längere Zeit an der Luft liegen, um sie der fernern Zersetzung, durch Verwitterung, auszusetzen. Durch die zweite Methode, das Abtreiben eines Theils Schwefel ohne Luftzutritt, erhält man als Rückstand (Schwefelabbrände) eine Verbindung von Schwefel und Eisen von demselben Verhältnisse, wie sie natürlich im Magnetkiese vorkommt, nämlich  $6 \text{ FeS} + \text{FeS}_2$ . Dieser Rückstand geht nun ebenfalls, wenn er der Luft ausgesetzt wird, nach längerer Zeit in Verwitterung über. Der Magnetkies, wenn er nicht in zu derben Stücken vorkommt, verwittert von selbst, allein es ist doch besser, auch diesen vorher zu rösten, weil man dadurch seine Zersetzung sehr beschleunigt. Nur der sogenannte Leberkies (Speerkies, Vitriolkies) bedarf meist gar keines Brennens, was um so weniger geschehen kann, wenn derselbe in Torf, Braunkohlen oder dergleichen sehr brennbaren Stoffen vorkommt. Es scheint, dass der Grund der leichten Verwitterbarkeit des Leberkieses in einer kleinen Einmischung von  $\text{FeS}$  zu suchen sey. Aus welchen von den genannten Materialien nun auch die Haufen aufgeschichtet seyn mögen, in denen sich Eisenvitriol erzeugen soll, so werden stets mindestens 6 Monate erfordert, bis fast alles Schwefeleisen zersetzt ist. Der Boden, auf welchem diese Haufen liegen, muss entweder mit Steinplatten belegt seyn, oder aus festgestampftem Letten bestehen, und zugleich muss er eine Neigung nach einer Seite hin haben, damit sowohl das durchfließende Regenwasser, als auch anderes, daraufgegossenes Wasser gesammelt und abermals aufgegossen werden kann, bis sich hierdurch eine Vitriollauge von 20 bis 25 Proc. Vitriol erzeugt. Um die Bildung einer so concentrirten Lauge zu beschleunigen, ist es rathsam, die Haufen mehreremals umzustecken, wodurch neue

Oberflächen für die Verwitterung gebildet werden. Die Rohlauge von der angegebenen Stärke wird nun durch Versieden bis auf 48 Proc. concentrirt. Zuweilen wendet man auch Lauge von nur 7 bis 8 Proc. Vitriol zum Versieden an, dann aber geschieht dies in zwei Abschnitten, dem sogenannten Rohsude und dem Garsude. Durch den Rohsud wird die Lauge von jenem geringen Gehalte bis auf 20 bis 25 Proc. Vitriol gebracht. An einigen Orten hat man auch versucht, die Rohlauge durch Dornengradirung zu concentriren, so z. B. zu Fahlun. Dies ist aber mit dem üblen Umstande verbunden, dass ein nicht unbedeutender Theil des Eisenvitriols, unter Abscheidung von  $2 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 + 3 \text{ H}_2\text{O}$  in saures schwefelsaures Eisenoxyd übergeht, weshalb die gradirte Lauge nachher mit Eisen gekocht werden muss, damit sich an die Stelle dieses Salzes wieder neutrales Oxydsalz erzeuge. Das Versieden der Rohlauge geschieht meist in bleiernen Pfannen; neuerlich hat man aber angefangen, es in Flammenöfen vorzunehmen, in denen sich die Lauge auf dem, gleich einer Pfanne, von Steinen zusammengesetzten Heerde befindet, und die Flamme darüber hinweg geleitet wird. Diese Art der Versiedung soll eine Ersparniss an Brennmaterial und eine geringere Oxydation der Lauge zur Folge haben. Metallisches Eisen muss jedoch hier so gut, wie in den bleiernen Pfannen zugegen seyn, damit sich kein Oxydsalz in der Auflösung erhalten kann. Während des Siedens scheidet sich ein braungelber Bodensatz ab, von der Zusammensetzung  $2 (3 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3) + 9 \text{ H}_2\text{O}$ . Dieser wird später geglüht und das dadurch erhaltene braunrothe Eisenoxyd als Farbe gebraucht. Die bis zu 48 Proc. Vitriol herangesottene Lauge wird 12 Stunden in einem Kühlfasse der Ruhe und Klärung überlassen und darauf in die verschiedenen Krystallisationsgefäße (Wachsfässer) vertheilt, in welche man vorher Rechen oder Reisige gehängt hat. Die Krystallisation ist nach 12 bis 14 Tagen vollendet. Die hierbei fallende Mutterlauge ist zuweilen so stark thonerdehaltig, dass sie zur Alaunfabrikation benutzt werden kann. Man versetzt sie meist, zur Bildung von Alaunmehl, mit Seifensiederfluss. Bei der Bereitung des Cementkupfers (s. dieses) erhält man Eisenvitriol als Nebenproduct. Aller im Großen gewonnene Vitriol ist mehr oder weniger unrein. Als verunreinigende Bestandtheile können darin auftreten Kupferoxyd, Zinkoxyd, Manganoxydul, Nickeloxydul, Thonerde, Talkerde etc. Bei gewissen Anwendungen des Eisenvitriols, besonders in der Färberei, können solche Verunreinigungen oft schädlich seyn. — Der Eisenvitriol hat eine sehr ausgedehnte Anwendung. Seiner desoxydirenden Eigenschaft bedient man sich bei der Goldscheidung und Indigoküpe; ferner benutzt man ihn zur Darstellung verschiedener Präparate, wie Eisenoxydul, Eisenoxyd, Berlinerblau, Vitriolöl (wobei zugleich Coleothar gewonnen wird), essigsäures und holzessigsäures Eisenoxydul, Dinte etc.; in der Färberei dient er zur Hervorbringung von schwarzer und blauer Farbe. Wenn man seine desoxydirende Eigenschaft benutzen will, muss derselbe natürlich in einem frischen, unoxydirten Zustande seyn. Das Gegentheil wird dagegen erfordert bei der Bereitung der Dinte und bei seiner Anwendung zum Schwarz- und Blaufärben. — Der sogenannte Adler-Vitriol besteht aus einer Mischung von Eisenvitriol und Kupfervitriol (s. diesen).

Eisenwässer, auch Stahlwässer, pflegt man im Allgemeinen alle eisenhaltigen Mineralwässer zu nennen, besonders aber die, welche kohlen-saures Eisenoxydul aufgelöst enthalten, und bei der Berührung mit der atmosphärischen Luft einen gelbbraunen Niederschlag von Eisenoxydhydrat absetzen. Kohlen-saures Eisenoxydul ist nicht in reinem, wohl aber in kohlen-säurehaltigem Wasser löslich, freie Kohlen-säure bildet daher auch einen charakteristischen Bestandtheil der Eisenwässer. Außerdem können noch verschiedene andere Bestandtheile darin auftreten: kohlen-saures, salzsaures und schwefelsaures Natron, kohlen-saure Kalkerde, kohlen-saure Talkerde, Thonerde, Kieselerde etc. Dass die freie Kohlen-säure der Eisenwässer im Innern der Erde nur durch Druck zurückgehalten wird, geht daraus hervor, dass ein großer Theil derselben sich in Bläschen entwickelt, sobald solche eisenhaltige Quellen die Erdoberfläche erreicht haben. Theils durch diese Verminderung der auflösenden Kohlen-säure im Quellwasser, theils durch Einwirkung des Sauerstoffgases der atmosphärischen Luft, wird der oben erwähnte Eisenoxyd-Niederschlag gebildet. Was die Bildungsart der Eisenwässer anbelangt, so ist v. Buch der Meinung, dass sie aus dem Zusammentreffen von warmen Quellen (Thermalwässern) mit gewöhnlichen entstehen. Die Thermal-Quellen, welche, nach der Annahme der meisten Geologen, aus solchen Theilen des Erdinnern kommen, wo eine höhere, vielleicht durch einen nahe liegenden vulcanischen Heerd veranlasste Temperatur herrscht, sind meist stark kohlen-säurehaltig, lassen aber ihre Kohlen-säure, eben wegen ihrer höhern Temperatur, sobald sie nur gewöhnlichem Atmosphärendrucke ausgesetzt sind, schneller entweichen, als kältere Wässer. Die Meinung v. Buch's wird dadurch unterstützt, dass die Eisenwässer stets eine etwas höhere Temperatur haben, als andere in ihrer Nachbarschaft vorkommende gewöhnliche Quellen. Diese höhere Temperatur könnte jedoch zuweilen einen andern Grund haben, als den angeführten. Wenn Quellen ihren Weg durch Gebirgsarten nehmen, in denen eingesprengte Eisenkiese sich in einem Zersetzungsprocesse befinden, so wird das Quellwasser hierdurch schwefelsäurehaltig und zugleich erwärmt werden; trifft aber solches Quellwasser in seinem weitem Laufe auf kohlen-sauren Kalk, so wird sich Gyps bilden und die entwickelte Kohlen-säure wird vom Wasser aufgenommen werden. Dass kohlen-säurehaltiges Wasser, namentlich unter höhern Drucke, selbst auf Gesteinarten, wie Feldspath und andere Silicate, auflösend wirkt, kann, namentlich durch die Struve'schen Versuche, als erwiesen angesehen werden. — Einige Eisenwässer haben ihr Hauptreservoir auch wohl in Sümpfen, wo durch die Verwesung organischer Substanzen Kohlen-säure entwickelt wird. Manche derselben enthalten dann das Eisen als quellsaures Eisenoxydul. — Wegen ihrer Heilkräfte berühmte Eisenwässer sind, unter anderen, zu Pyrmont, Spaa, Aachen und Burtscheid.

Th. 8.

Eisenweinstein. Stahlweinstein. *Tartarus ferratus s. chalybeatus*, *Tartras kalico-ferricus*. Weinsäures Eisenoxydkali. Im unreinen Zustande als Eisenkugeln (*Globuli martiales*) in der Pharmacie gebräuchlich. Rein wird er dargestellt durch Lösung von Eisenoxydhydrat in Wasser, welches mit Weinstein versetzt ist. Die preussische Pharmacopöe schreibt vor, 1½ Th. Eisenöl mit Kali zu fällen, gut auszuwaschen und das erhaltene Oxyd mit 1 Thl. Weinstein und 8 Thln. Wasser zu versetzen, zur Extractionsistenz zu verdampfen, wieder in



3 Thln. Wasser zu lösen, zu filtriren und in sehr gelinder Wärme zur Trockne zu bringen.

Nach einer anderen Vorschrift wird Eisenfeile mit 4 Thln. reinem Weinstein und 6 Thln. Wasser unter beständiger Ersetzung des Wassers in offenen Gefäßen so lange unter Umrühren bis zum Kochen erhitzt, bis alles Eisen gelöst ist. Anfangs bildet sich unter starker Gasentwicklung weinsaures Eisenoxydalkali, was schwer löslich und weiß ist. Durch Luftzutritt entsteht Oxydsalz, was sich mit dunkelbrauner Farbe vollkommen löst, filtrirt und zur Trockne verdampft wird. Die Lösung des Eisens wird bedeutend beschleunigt nach Hänle, wenn einige Silberstücke in das Gemenge gelegt werden. Es ist eine gelbbraune, etwas in's Grünliche ziehende Salzmasse, an der Luft feucht werdend, von süßlichem, schwach alkalischem, wenig eisenartigem Geschmack, in 4 Thln. Wasser, in Alkohol fast nicht löslich. Säuren schlagen daraus basisch weinsaures Eisenoxyd, keinen Weinstein nieder. Bei Zusatz eines Ueberschusses an Säure wird das basische Salz wieder gelöst.

Die Stahlkugeln werden durch Digestion von 1 Thl. Eisenfeile mit 3 Thln. rohem Weinstein und Wasser erhalten. In flachen Gefäßen einer gelinden Wärme ausgesetzt, läßt man den Brei so lange stehen, bis das Eisen vollständig oxydirt ist, dampft dann zu starker Extractconsistenz ein und formt daraus Kugeln von 1 — 2 Loth Schwere, die dann vollständig getrocknet werden. Sie sind braunschwarz durch den Gerbsäuregehalt aus dem rohen Weinstein gefärbt, weniger löslich, als das reine Salz in Wasser, und bilden mit 8 Thln. desselben ein gallertartiges Magma; bei Zusatz von noch 4 bis 8 Theilen Wasser, darf dies nur wenig ungelöst zurücklassen.

Die Lösung von einem in Wasser gelösten, zur Trockne verdampften Gemisch von Eisenvitriol mit der doppelten Menge Weinstein oder von reinem Eisenweinstein in wässrigem Spiritus ist als *Tinctura Martis tartarisata*, s. *Ludowici* officinell. Schn.

Eisessig s. Essigsäure.

Eisöl s. Schwefelsäure, wasserfreie.

Eiter, ein bei dem Menschen und den höheren Thieren (Säugethieren) vorkommendes Krankheitsproduct, das gewöhnlich in Folge einer Entzündung gebildet wird. Man unterscheidet einen gutartigen Eiter, der sich in reifen Abscessen, in gutartigen Wunden findet, und einen schlechten Eiter (Jauche, Ichor).

Der gutartige Eiter ist eine dickliche, rahmähnliche Flüssigkeit ohne Flocken oder käsige Niederschläge, warm, von einem eigenthümlichen thierischen Geruch, der beim Erkalten verschwindet, von schwach süßlichem faden Geschmack und einem specifischen Gewichte von 1,030 bis 1,033. Er besteht wie das Blut aus einer farblosen, wässrigen Flüssigkeit, dem Eiterserum, und aus kleinen organisirten Theilen, den Eiterkügeln oder Eiterkörperchen, welche in der Flüssigkeit suspendirt mit derselben eine Emulsion bilden.

Die Eiterkörperchen sind rundliche Zellen von  $\frac{1}{200}$  bis  $\frac{1}{300}$  Linie Durchmesser, die in ihrem Innern einen doppelten oder dreifachen, seltener einfachen Kern zeigen, der bisweilen schon ohne alle weitere Behandlung sichtbar ist, immer aber bei Zusatz von Essigsäure zum Vorschein kommt. Sie verhalten sich chemisch folgendermaßen: In Wasser sind sie unlöslich, durch Essigsäure werden ihre Wände durch-

sichtig und allmählig aufgelöst, die Kerne treten jedoch deutlicher hervor und werden von der Säure nicht afficirt. Von verdünnten Mineralsäuren werden die Eiterkörperchen nicht verändert, von concentrirten dagegen werden sie aufgelöst. Durch kaustische Alkalien werden sie gleichfalls aufgelöst und zwar die Zellwände sowohl als ihre Kerne; kohlensaure Alkalien wirken ähnlich, nur langsamer, ebenso Salmiak, doch nicht immer. Weingeist, salpetersaures Silber, Kochhitze und andere Mittel, welche ein Gerinnen des Albumins zur Folge haben, wirken insofern auf die Eiterkörperchen, als sie den flüssigen, eiweißhaltigen Zelleninhalt derselben zum Gerinnen bringen. Die Eiterkörperchen bestehen demnach aus folgenden verschiedenen Substanzen: 1) aus der Substanz ihrer Zellwände, unlöslich in Wasser, verdünnten Mineralsäuren, Alkohol, Aether; löslich in Essigsäure, kaustischen und kohlensauren Alkalien, bisweilen auch in Salpeter und Salmiak.

2) Aus der Substanz ihrer Kerne, unlöslich in Wasser, verdünnten Mineralsäuren, Aether, Alkohol, Essigsäure; löslich in Alkalien.

3) Aus flüssigem Albumin, das sie trübt. Die beiden festen Stoffe sind ohne Zweifel Proteinverbindungen, sind aber bis jetzt noch nicht dargestellt und analysirt.

Das Eiterserum, welches nicht durch Filtriren, nur durch Absetzen frei von Eiterkörperchen erhalten werden kann, ist eine klare, farblose Flüssigkeit, welche physikalisch sowohl als chemisch ganz mit dem Serum des Blutes übereinkommt. Es enthält Wasser, flüssiges Albumin, extractartige Stoffe, Fett, verschiedene Salze und bisweilen freie Milchsäure. In seltenen Fällen findet sich in demselben ein eigenthümlicher thierischer, durch Essigsäure und Alaun fällbarer Stoff, das Pysin.

Die quantitative Zusammensetzung des Eiters ist sehr wechselnd, wie die thierischen Flüssigkeiten überhaupt; die folgenden Analysen sollen ein Bild hiervon geben.

Eiter, von Valentin untersucht, bestand in 1000 Thln. aus: Wasser 888,4, Körperchen 69,7, Eiweiß und Kochsalz 19,2, Fette 22,7. Eiter von Güterbock untersucht enthielt: Wasser 861, Körperchen und Eiweiß 84, Alkoholextract 43, Fett 12. Lassaigue fand im Blatterneiter: Wasser 902, Körperchen und Eiweiß 60, Salze 13, Fett 25.

v. Bibra hat eine große Anzahl von verschiedenen Eiterarten analysirt. Er fand in Eiter aus einem Abscess an der Wange: Wasser 769, Eiweiß und Körperchen 160, Extract 19, Fett 24. — Eiter von einem Abscess an der Brust: Wasser 852, Eiweiß und Körperchen 91, Extract 29, Fett 33. — Eiter von einem Abscess am Hals: Wasser 907, Eiweiß und Körperchen 63, Extract 20, Fett 9.

Die Salze des Eiters sind die in thierischen Flüssigkeiten gewöhnlichen: Chlornatrium, phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk, Chlormagnesium, phosphorsaure Magnesia, schwefelsaures Kali, Spuren von Eisen und Kieselerde. Die Fette sind Cholesterin, die gewöhnlichen Fette und Fettsäuren.

Was die Entstehung des Eiters betrifft, so hat man sich diese ohne Zweifel so zu denken: Durch den Entzündungsprocess wird der flüssige Theil des Blutes ohne die Blutkörperchen (das Blutplasma) von den Gefäßen ausgeschwitzt. Der Faserstoff desselben gerinnt und

verwandelt sich durch einen organischen Bildungsprocess in Eiterkörperchen, während das Blutserum unverändert bleibt und das Eiterserum bildet. Der frische Eiter reagirt anfangs alkalisch, wie das Blutserum, später wird er neutral, zuletzt sauer, wahrscheinlich durch Bildung von Milchsäure.

Man hat sich vielfach bemüht, Mittel aufzufinden, um den Eiter vom Schleim unterscheiden zu können. Dadurch entstanden die sogenannten Eiterproben. Die meisten derselben sind chemischer Art; wir wollen sie deshalb hier kurz anführen. Bei der Eiterprobe von Grasmeyer wird der Eiter mit etwa 12 Thln. Wasser verdünnt, innig gemischt und dann ebensoviel als die Quantität des Eiters beträgt, zerflossenes kohlenensaures Kali (*Oleum tartari per deliq.*) zugesetzt. Nach einiger Zeit wird das Gemenge zu einer Gallerte, welche sich wie concentrirte Albuminlösung in lange dicke Fäden ziehen lässt. Schleim zeigt diese Wirkung nicht. Die Wirkung dieses Verfahrens beruht darauf, dass das kohlenensaure Kali die Eiterkörperchen zu einer dicken schleimigen Flüssigkeit auflöst. Ganz ähnlich ist die Eiterprobe von Donné, der statt des kohlenensauren Kalis kaustisches Ammoniak anwendet. Die Wirkung ist dieselbe. Nach Hünefeld soll man die zu prüfende Flüssigkeit mit einer Auflösung von Salmiak in Wasser kochen: eiterfreier Schleim bleibt dabei unverändert, während sich bei Anwesenheit von Eiter die Flüssigkeit trübt und coagulirt. Dieser Erfolg beruht auf Anwesenheit von flüssigem Albumin im Eiterserum, welches im Schleime fehlt. Doch ist nicht wohl klar, was der Zusatz von Salmiak nützen soll, dieselbe Wirkung erfolgt auch ohne Salmiakzusatz. Güterhock schlägt vor, etwas von der zu prüfenden Flüssigkeit in der Oese eines Platindrahtes zu verbrennen. Der Eiter wegen seines Fettgehaltes brennt mit heller glänzender Flamme, Schleim dagegen brennt nur schwer.

Alle diese Eiterproben haben indessen keine große praktische Wichtigkeit. Die sicherste Eiterprobe liefert das Mikroskop, unter dem man die Eiterkörperchen sehr leicht an ihrer Form und dem eigenthümlichen Verhalten gegen Essigsäure erkennt, während der Schleim eine fadenziehende, durch Essigsäure coagulirbare Flüssigkeit bildet, die keine Eiterkörperchen, statt derselben aber viel größere Epithelialzellen enthält.

Der schlechte Eiter (Jauche) unterscheidet sich von dem gutartigen hauptsächlich durch den Mangel der Eiterkörperchen oder eine unvollkommene Ausbildung derselben; er besteht fast nur aus Serum, das aber häufig aufgelöstes Blutroth enthält und dann eine blutrothe Farbe zeigt. Bei Brand ist er braunroth und entwickelt Schwefelammonium.

VII.

Eiweifs und Eiweifsstoff s. Albumin, Art. Blut. Thl. I. S. 873.

Eläolith (Nephelin) Ein zu den Silicaten gehöriges Mineral, dessen Zusammensetzung am genauesten durch die Formel  $2 \text{Na O}, 2 \text{K}_2 \text{O} \cdot \text{Si O}_3 + 2 (\text{Al}_2 \text{O}_3 \cdot \text{Si O}_3)$  ausgedrückt wird. Aufser den angeführten Bestandtheilen enthält es noch geringe Mengen von Eisenoxyd und Kalkerde, und zuweilen Spuren von Salz- und Schwefelsäure. Der unbedeutende Wassergehalt des Minerals ist nicht constant. Die Krystallform des Eläoliths ist eine hexagonale Säule mit basischer End-