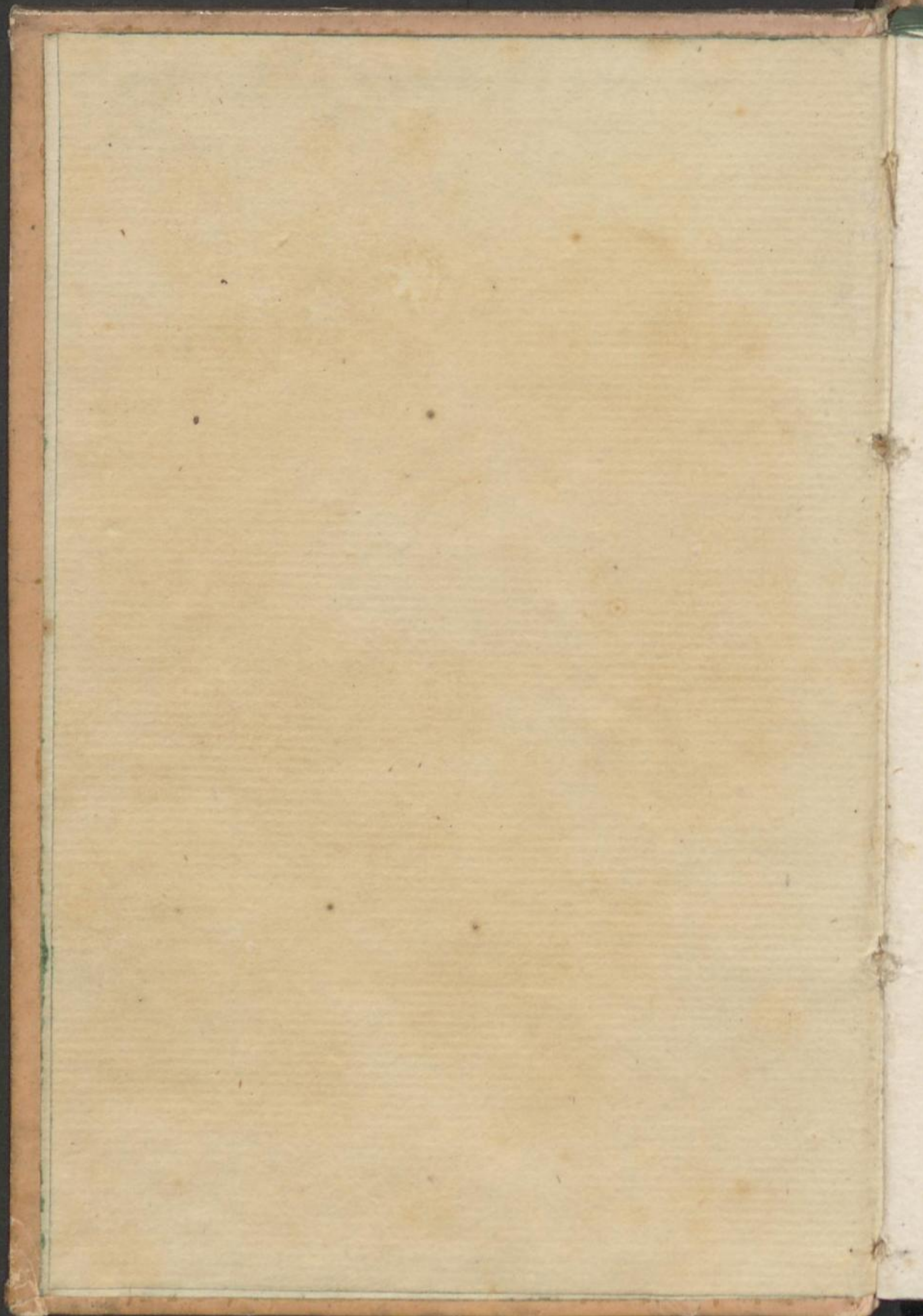


89

I 89. Präparat. Th.



Verzeichnis der ...





Anleitung zum Selbststudium
der
Berg- und Hüttenkunde.

Nach dem Book of Science

von

Karl Hartmann.

Mit 5 Abbildungen.

Leipzig,
Verlag der Expedition des Pfennig-Magazins.
(F. A. Brockhaus.)

1838.

Einleitung zum Selbststudium

1838

Berg- und Hüttenkunde



von Dr. phil. phil. Carl Friedrich Schlegel

Lehrer an der Bergakademie Freiberg

Freiberg, im Jahr 1838

Verlag

der Bergakademie Freiberg

(J. K. Neumann)

1838

I n h a l t.

	Seite
Einleitung	1
Literatur	4
Erster Abschnitt.	
Bergbaukunde.	
Erstes Capitel.	
Von den Anzeigen des Vorhandenseins nutzbarer Mineralien	5
Zweites Capitel.	
Von dem Vorkommen der nutzbaren Mineralien, — oder den besondern Lagerstätten und von den Versucharbeiten auf denselben	11

Drittes Capitel.

Von den Häuerarbeiten und den Mitteln, in die unterirdischen Räume hinabzusteigen	17
---	----

Viertes Capitel.

Von den Veranstaltungen und dem Betriebe der Grubenbaue	27
Stollen und Schächte	27
Tagebaue	29
Grubenbaue im Allgemeinen	31
Ausrichtung	32
Straßenbau	36
Förstenbau	37
Stoßbau	40
Flözbergbau	42
Querbau	49
Gewinnung des Steinsalzes	52

Fünftes Capitel.

Von der Förderung	54
-----------------------------	----

Sechstes Capitel.

Von der Sicherung der Grubenarbeiter und der Grubenbaue	57
Grubenausbau	—
Wetterführung	61

Zweiter Abschnitt.

Metallurgie.

Erstes Capitel.

Von der Aufbereitung der Erze und von der Zugutemachung derselben im Allgemeinen . . . 74

Zweites Capitel.

Von den Gebläsen und den Brennmaterialien . . . 90

Drittes Capitel.

Vom Eisen 94

Viertes Capitel.

Vom Kupfer 114

Fünftes Capitel.

Vom Zink 117

Sechstes Capitel.

Vom Zinn 119

Siebentes Capitel.

Vom Blei 120

Achtes Capitel.

Vom Messing, dem Tombak und der Bronze . . . 123

Neuntes Capitel.

Vom Silber 126

	Seite
Zehntes Capitel.	
Vom Golde	133

Elftes Capitel.	
Vom Platin	138

Schon der Aufbereitung der Erze und von der Aufbereitung derselben im Allgemeinen

Zweites Capitel.	
Vom Eisen und den Erzen desselben	140

Drittes Capitel.	
Vom Silber	144

Viertes Capitel.	
Vom Kupfer	147

Fünftes Capitel.	
Vom Zinn	151

Sechstes Capitel.	
Vom Blei	155

Siebentes Capitel.	
Vom Zink	159

Achstes Capitel.	
Vom Wismuth, dem Antimon und der Arsenik	163

Neuntes Capitel.	
Vom Nickel	168



E i n l e i t u n g.

Der Bergbau und das Hüttenwesen sind eben so wichtige als interessante Gewerbe; sie liefern der menschlichen Gesellschaft die nothwendigsten Stoffe zum Leben und zu den Gewerben, nämlich Metalle, Steinkohlen, Steinsalz 2c. Unter dem Bergbau verstehen wir das Gewerbe oder die Kunst, die in dem Schoß der Erde eingeschlossenen nutzbaren Mineralien nach gewissen Regeln zu gewinnen und auf die Erdoberfläche zu transportiren. Dort angelangt, sind nur wenige, und unter diesen hauptsächlich die brennbaren Mineralien, Steinkohlen, Braunkohlen, Torf, sogleich Gegenstände der Benutzung; die meisten, besonders die Erze, d. h. diejenigen Mineralien, welche die Metalle enthalten, müssen erst noch mehr oder weniger mannichfaltigen Processen unterworfen werden, ehe sie als verkäufliche Waare gelten können. Das Gewerbe oder die Kunst, welche sich damit beschäftigt, die Metalle aus ihren Erzen auszuscheiden und rein darzustellen, heißt das Hüttenwe-

Berg- u. Hüttenkunde.

1

fen. Den Inbegriff der technischen Regeln, nach denen der Bergbau betrieben wird, nennt man Bergbaukunst oder Bergbaukunde, den Inbegriff der chemischen und technischen Regeln, nach denen das Hüttenwesen ausgeübt wird, Hüttenkunde, und sofern, wie in diesem Werkchen nur von der Darstellung der Metalle die Rede ist, Metallurgie.

Die edlen Metalle, Gold und Silber, sind wahrscheinlich am frühesten bekannt gewesen und benutzt worden, dann folgten ohne Zweifel Kupfer und Eisen, und Blei und Zinn gehören ebenfalls zu den Metallen, welche schon in den ältesten Zeiten, zu denen kaum die Geschichte noch reicht, bekannt waren. Alle übrigen Metalle sind die Entdeckungen späterer Zeiten. Von den Verfahrensarten der Alten zur Gewinnung und Darstellung der Metalle aus ihren Erzen ist uns sehr wenig und in ungenügenden Fragmenten aufbewahrt worden. Erst im 16. Jahrhundert treten die ersten metallurgischen Schriftsteller auf, welche mehrere Prozesse schon so beschreiben, als sie mit wenigen Abänderungen noch jetzt ausgeübt werden. Es hat lange gedauert, ehe die Metallurgie den Fortschritten der Chemie gefolgt ist, nur das Eisenhüttenwesen kam vorwärts, aber in den neuern Zeiten ist das Berg- und Hüttenwesen auch dagegen durch den Einfluß der Natur- und mathematischen Wissenschaften außerordentlich fortgeschritten, und die Verbesserungen des Grubenbaues, der Bergwerksmaschinen, der mechanischen Aufbereitung und der Hüttenprozesse hat sehr dazu beigetragen, die von der Natur in den Schoß der Erde niedergelegten Güter besser zu nützen. Wie würden aus so großen Tiefen, wie die Gruben des Oberharzes, des sächsischen Erzgebirges, Niederrungarns, die schweren Erze zu Tage gefördert und die stark andringenden Wasser gehoben werden können, wenn nicht die Fortschritte des Maschinenwesens es möglich machten, über weit größere Kräfte als in der Vorzeit zu gebieten? Wie sehr werden die Kosten des Erztransportes durch die in neuerer Zeit so ausgedehnt angewendeten Schienenwege vermindert!

Wie viel vollkommener läßt sich bei den verbesserten Einrichtungen der Poch- und Waschwerke jetzt das Unhaltige von dem Edlen mechanisch scheiden, und wie viel reiner und mit einem wie viel geringern Aufwande an Brennmaterial lassen sich bei den verbesserten metallurgischen Processen, besonders durch die Anwendung von erhitzter Gebläseluft, die Erze ausschmelzen; wie viel mehr Metall kann durch die vergrößerten Öfen und verbesserten Gebläsemaschinen und ebenfalls durch den Betrieb mit erhitzter Gebläseluft, in einer gewissen Zeit ausgebracht werden, und wie sehr hat die Leitung und Controle der Hüttenprocesse an Genauigkeit und Schärfe durch die Fortschritte der Probirkunst gewonnen! Ja, es gibt fast keinen Zweig des weitumfassenden Berg- und Hüttenwesens, der nicht in neuerer Zeit eine mehr oder weniger wesentliche Umänderung und Verbesserung erlangt hat. Wer aus Unkunde noch an dem praktischen Nutzen der Natur- und mathematischen Wissenschaften zweifeln möchte (und leider gibt es unter den Empirikern noch solche Zweifler genug), wird bei aufmerksamer Betrachtung eines Hohofens mit einem Lusterhitzungsapparat, eines Cylindergebläses, einer Wassersäulen- oder einer Dampfmaschine, gewiß zur lebhaftesten Anerkennung desselben gelangen. Ein Bergwerksbetrieb, der bei der gegenwärtigen außerordentlichen Concurrenz in den metallischen Productionen und dem bewunderungswürdigen Wettstreit in den technischen Fortschritten bei dem Alten stehen bleibt, ist in größter Gefahr, durch eigne Schuld die Mittel zu verlieren, aus den frühern Anlagen ferner Vortheil zu ziehen.

Der Bergbau und Hüttenbetrieb haben sich, wir wiederholen es nochmals, wunderbar gehoben und es muß dies auch der Fall sein. Das Bedürfniß nach Metallen, mineralischem Brennmaterial und Salz steigt und ebenso die Nothwendigkeit, Diejenigen, die man über der Erde nicht ernähren kann, unter derselben zu benutzen, um das Metall heraufzubeschwören, welches sie ernähren soll. — Das Fabrikwesen hat sein Maximum im Weltmarkt,

welches es nicht übersteigen kann; um wohlfeiler zu erzeugen, müssen Maschinen erfunden werden, die Menschen entbehrlich machen, und eben diese Entbehrlichen müssen ernährt werden. Der Feldbau lohnt den Landmann bei den bestehenden Getreidepreisen so gering, daß er kargen Gewinn gewährt; steigert man aber die Preise der Cerealien, so können sich die Fabriken nicht erheben. Es bleibt daher keine andere Aushülfe, als die sonst so gefälligen Berge wieder anzusprechen; allein sie sind auch flug geworden und geben nicht mehr so leicht her wie sonst: wer sie ausbeuten will, muß mehr oder weniger Kunst anwenden. Die Empirie hilft nicht mehr aus, die Natur läßt sich nur benutzen, wenn man in ihre Geheimnisse einzudringen sucht. — Diejenigen Finanzmänner aber, welche die Behauptung aufstellen, daß man Gold und Silber für die Münze wohlfeiler auf dem Markte kauft, als wenn man es mit vielen Vorauslagen aus der Tiefe der Schächte hebt, gehören zu den Vielen, die ganz unrichtige Ansichten vom Bergbau haben, und beweisen dadurch, daß sie nur an die Gegenwart und nie auf die Zukunft denken.

Wir wollen nur einige der vorzüglichsten allgemeinen Werke der neueren Zeit über Berg- und Hüttenwesen aufführen, da es die uns eng gesteckten Grenzen weit überschreiten würde, wollten wir nur einige Vollständigkeit zu erreichen suchen.

Delius, Anleitung zur Bergbaukunst. 2 Theile. 2. Aufl. Wien 1806.

Heron de Billefosse, über den Mineralreichthum. Betrachtungen über die Berg-, Hütten- und Salzwerte verschiedener Staaten, sowohl hinsichtlich ihrer Production und Verwaltung, als auch hinsichtlich des jetzigen Zustandes der Berg- und Hüttenbaukunde. Bd. 1—3, Sondershausen 1822 und 1823, Bd. 4 und 5, Weimar 1838. Nebst Atlas von 80 großen lithographirten Tafeln.

Karsten, System der Metallurgie. 5 Bde. und Atlas.
Berlin 1831 und 32.

Hartmann, der innern Gebirgswelt Schätze und Werk-
stätten. Oder gemeinschaftliche Darstellung der Berg-
baukunde. Mit vielen Abbildungen. Stuttgart 1838.

Campadius, Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde.
Nebst den Supplementen 8 Bde. Göttingen 1804.
bis 1827.

Karsten, Archiv für Bergbau und Hüttenwesen. 20 Bde.
Berlin 1818 bis 1830.

Dessen Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau
und Hüttenkunde. Bis jetzt 11 Bde. Dasselbst 1829
bis 1838.

Einige andere wichtige Werke über einzelne Zweige
des Berg- und Hüttenwesens wollen wir im Laufe dieser
Abtheilung auführen.

Erster Abschnitt.

Bergbaukunde*).

Erstes Capitel.

Von den Anzeigen des Vorhandenseins nutz-
barer Mineralien.

Die wichtigste Hülfswissenschaft für den Bergmann
ist unstreitig die Geologie, oder man muß vielmehr sa-

*) Bei diesem Abschnitt sind hauptsächlich benutzt: v. Leon-
hard's populäre Geologie, 1. Heft. Stuttgart 1836. Hart-
mann's oben angeführte Bergbaukunde und dessen Arti-
kel „Bergwerke“ in Brandes' Repertorium der Chemie.

gen, daß sich Bergbau und Geologie gegenseitig unterstützen. Denn so wie der Geolog einen großen Theil der wichtigsten Thatsachen über den Bau unserer Erdrinde den Arbeiten und Beobachtungen des Bergbaues verdankt, so kann dieser auch gewisse geologische Erfahrungen nicht entbehren, wenn es sich darum handelt, nutzbare Mineralien, wie Erze, Edelsteine, Kohlen und Steinsalz aufzusuchen. Wer den einfachen und sichern, von der Geologie vorgezeichneten Weg verläßt, läuft Gefahr, sich im Lande der Träumereien zu verirren, und das ist besonders bedenklich bei Unternehmungen, die, wie Bergwerke, zu den glänzenden und viel versprechenden, zugleich aber auch den kostspieligen, und nicht selten zu den täuschenden gehören.

Seeleute und Jäger ausgenommen, dürfte es kaum einen Stand geben, bei dem mehr Aberglauben zu treffen wäre, als bei Bergleuten. Die Ursachen sind in der abgeschiedenen Lebensweise zu suchen, in physischen Veranlassungen zu Täuschungen mannichfaltiger Art, selbst in Gefahren, die zu bestehen sind, im ewigen Kampfe mit den unterirdischen Mächten, mit den Elementen; Vieles muß dem gemeinen Bergmanne räthselhaft bleiben, und selbst die Aufklärung unserer Zeit hat, in manchen Gegenden, die dunkle Furcht vor geheimnißvoll waltenden höhern Naturkräften nicht ganz vernichten können; daher die Sagen von neckenden und verfolgenden Berggeistern, von Bergkobolden

über das Auffinden von Metallgängen und Erzadern bestehen Erzählungen, die mitunter an das Seltsame und Märchenhafte grenzen. In Spanien sollen Schäfer Silberablagerungen entdeckt haben, indem sie an Stellen, wo Wälder durch Abbrennen gelichtet worden, das geschmolzene Metall auf dem Boden fanden. Die Entdeckung der berühmten Silbererze von Potosi in Peru (1545) schreibt man einem indischen Jäger zu. Er riß einen Strauch aus der Erde, dessen Wurzeln mit Fäden und Drähten des reinsten Silbers umschlungen waren, die sich als Ausläufer einer gewaltigen Metallmasse er-

wiesen. Ein nach Holz suchender Armer stieß zuerst auf die so reichen Haufwerke von Silber, welche der dürre Boden von Copiapo in Chile umschließt (1632). Innerhalb der vier ersten Tage waren schon sechszehn Silberadern aufgefunden, nach kaum drei Wochen wuchs die Zahl derselben auf vierzig an. Von der Entdeckung der Bergwerke zu Kremnitz und Schemnitz in Ungarn wird erzählt, daß sie durch erschossene Hasel- und Rebhühner geschehen sei, in deren Eingeweiden man viele Goldförner, wie bei andern Thieren Sand, gefunden habe. Die Erzlagerstätte des Rammelsberges bei Goslar am Harz soll durch die Hufe eines Pferdes entblößt worden sein; Ramm, Jäger Kaiser Otto des Großen, der seine Residenz in Goslar hatte, soll nämlich auf die Jagd geritten und als er zu Fuß weiter in den Wald gedrungen, sein Pferd an einen Baum gebunden haben, welches, aus Ungeduld stampfend, Erze entblößt habe. Unfern Brunswick, in den nordamerikanischen Freistaaten, soll eine sehr reichhaltige Kupfererde dadurch aufgefunden worden sein, daß Vorübergehende in später Nachtzeit an der Stelle blaue Flammen bemerkten, die sechs Fuß hoch vom Boden emporloderten, aber bald wieder erloschen. Beim Nachgraben zeigten sich, wie erzählt wird, mehrere Klumpen von gediegenem Kupfer. Unter den siebenbürgischen Bergleuten herrscht der Glaube, daß Flammen, welche man an der Erdoberfläche wahrnähme, das Vorhandensein metallischer Adern in der Tiefe anzeigten. — Selbst Born — der sich um das österreichische Bergwesen so wohl verdient gemacht und als achtbarer Gewährsmann zu nennen ist — erzählt, daß „Flammenausbrüche einer brennbaren Luft“ im Nagy-Uger-Walde zur Entdeckung der dortigen reichen Erzlagerstätte geführt hätten. Zu Falun in Schweden, so berühmt durch seine reichen Berge, lebt noch jetzt die Volkssage, es sei ein Hirsch gefangen worden, dessen Geweih mit einer ockrigen Rinde ganz bedeckt gewesen wäre u. s. w. Wie viel Wahrheit in diesen und andern Geschichten sein mag, läßt sich leicht ausscheiden; manche überschreiten die Grenze des Glaub-

lichen. — Columbus — der übrigens selbst das Gold als einen der heiligen und geheimnißvollen Schätze der Erde betrachtet zu haben scheint — erzählt, zu seiner Zeit habe bei den Eingebornen auf Hispaniola die abergläubische Meinung geherrscht, daß, wolle man Gold suchen in den entfernten Gebirgen, man sich an strenge Fasten und andere Entbehrungen halten müsse.

Ein recht auffallendes Beispiel bergmännischen Aberglaubens, und zugleich einen Beweis, wie schwer es überhaupt wird, im Volkswahne festgewurzelte Meinungen auszurotten, gewährt das Orakel älterer Zeit, die Wünschelruthe. In Deutschland, wo dieselbe, so viel man weiß, im 11. Jahrhundert in Brauch gekommen, hat sie nun ihr Ansehen fast gänzlich verloren. Während Einige die Eigenthümlichkeiten der Ruthe für Wirkungen des Zufalls oder für Selbsttäuschung ansahen, galten sie Andern schon als phantastische Speculationen, als Betrügereien, bis endlich die Meisten zur Überzeugung gelangten, daß der Gebrauch solcher Mittel, um Erze oder Wasser aufzusuchen, dem gesunden Menschenverstande und den Naturgesetzen widerstreite, daß das Spiel der Ruthe durch niedrige Kunstgriffe, durch Druck und unmerkliche Drehung der Handgelenke bewirkt werde, daß man derselben jede beliebige Neigung geben könne, ohne daß eine Bewegung der Hand des Ruthenschlägers sichtbar sei. In Frankreich erschien vor nicht 60 Jahren ein Buch, in dem die Wirksamkeit der Zauberruthe auf das Hartnäckigste vertheidigt, ja mit den Gesetzen des Magnetismus und der Electricität verglichen wurde. Nach dem Glauben gemeiner Bergleute in Cornwall — wo die Wünschelruthe durch einen spanischen Renegaten eingeführt worden — wirkt sie nicht, sobald man nur den mindesten Zweifel gegen ihre Unfehlbarkeit aufkommen läßt. In Gegenden des nördlichen Amerika soll die Wünschelruthe noch Anhänger haben; wenigstens war dies vor nicht langen Jahren der Fall, und man bediente sich ihrer besonders zum Auffuchen von Quellen. Mit wenigen Worten wollen wir erzählen, was es mit jenem

Talisman und seinen geheimnißvollen übernatürlichen Zeichen für ein Bewenden hatte.

Die Wünschelruthe, *Virgula divinatoria*, ist ein gabelförmiger Zweig irgend eines Baumes mit glatter Rinde; in gewissen Gegenden wählte man vorzugsweise Haselruthen. Bei gehörigem Stande des Mondes geschnitten, sollte der Zweig dienen, um vergrabene Schätze anzuzeigen, um Adern edler Metalle und Lager von Steinsalz zu entdecken, so wie das Vorhandensein unterirdischer Quellen. Nicht in Jedermanns Hand äußerte die Ruthe ihre sonderbare Thätigkeit; wie bei Wundermännern, Wasserpropheten und Erzfühlern, war es nothwendig, in gewissen Monaten geboren zu sein; eine warme weiche Hand kam besonders zu statten. Der Ruthenschläger faßte beide Enden des Zweiges, so daß der Stiel, in dem sie zusammenliefen, aufwärts gekehrt war. An Stellen, wo Erze u. s. w. verborgen lagen in der Tiefe, drehte sich das prophetische Auge der Zauberruthe langsam, und endlich so weit, daß der Stiel seine Stellung völlig geändert hatte und senkrecht nach unten wies, unverändert auf eine Stelle zeigend, wie die Magnetnadel nach Norden. Dabei nahmen Manche, die sich der Ruthe bedienten, gewisse Feierlichkeiten vor; sie zogen einen magischen Kreis, der nicht überschritten werden durfte; sie verbrannten Kräuter und Specereien, sprachen geheimnißvolle Worte oder lasen selbst Beschwörungsformeln ab.

Gute geologische Kenntnisse von einem Gebirge sind vor Allem nöthig, wenn in demselben Lagerstätten nutzbarer Mineralien aufgesucht werden sollen. — Die natürlichen Anzeigen von denselben sind nicht alle gleich wichtig, sie sind entweder entferntere, oder nähere, oder gewisse.

Zu den ersten gehören Felsarten, Mineralien oder fossile Muscheln, die eine Gebirgsformation, in denen man gewöhnlich dies oder jenes nutzbare Mineral antrifft, charakterisiren. So sind z. B. Kohlsandstein und Schieferthon entferntere Anzeigen von dem Vorhandensein von

Steinkohlen, weil sie die Steinkohlenformation charakterisiren, ohne die Nachbarschaft der Steinkohlen selbst darzuthun; Schwefel und Gyps sind entferntere Anzeigen von dem Vorhandensein von Steinsalz und von Salzquellen. Jedoch haben diese entfernteren Anzeigen keinen großen Werth, und man darf sich darauf nur wenig verlassen.

Nähere Anzeigen sind Felsarten und Mineralien, welche die Nachbarschaft von diesem oder jenem nutzba- ren Material dadurch darthun, weil sie es immer begleiten. Dahin gehören Pflanzenabdrücke, schwarzer und kohlenhaltiger Thon, sogenannter thoniger Sphärosiderit (ein Eisenerz) und bituminöser Schiefer, gewöhnliche Begleiter der Steinkohlen und daher auch nähere Anzeigen derselben. — So ist ferner der Wolfram eine nähere Anzeige des Zinnerzes, weil er dasselbe stets begleitet, obgleich er auch ohne Zinn vorkommt. — Salzhaltige Thone sind nähere Anzeigen von Stein- oder Quellsalz; Quarz, Schwerspath, Kalkspath, Flußspath, als die gewöhnlichsten sogenannten Gangarten der Blei-, Kupfer-, Zink- und Silbererze, nähere Anzeigen von diesen zc. Sie haben auch noch keinen entschiedenen Werth.

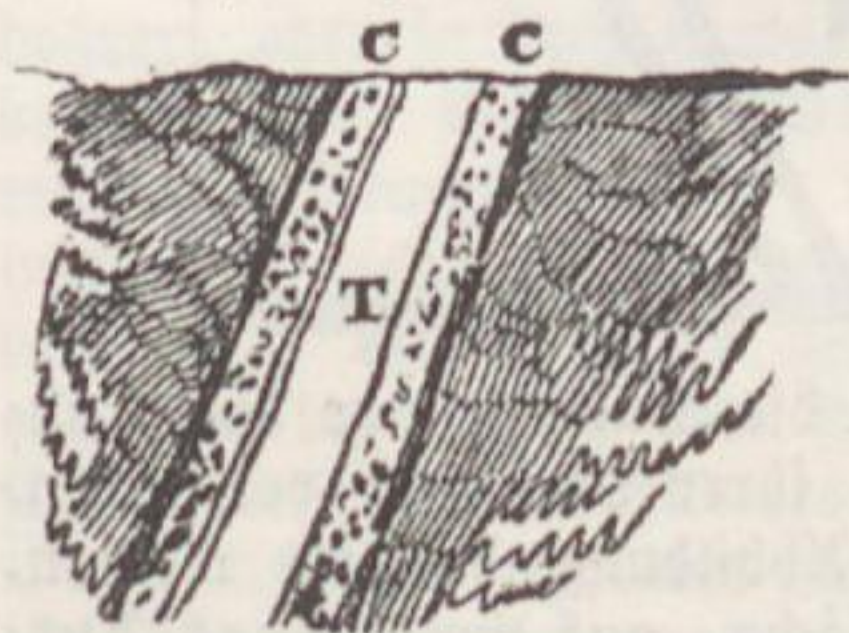
Gewisse Anzeigen, oder solche, die gar keinen Zweifel lassen, gibt es nur sehr wenige; es ist eigentlich nur das Vorkommen der Steinkohlen, des Salzes und der Erze selbst, die man dahin rechnen kann. Manche Lagerstätten nutzbarer Mineralien erstrecken sich bis zur Erdoberfläche und man nennt den am Tage sichtbaren Theil derselben ihr Ausgehendes oder ihr Ausbeissen. Selten ist es auf weite Strecken wahrzunehmen. Günstige Stellen für solche Absicht sind: steile kahle Felswände, Hohlwege, Steinbrüche, Wasserrisse, Orte, wo durch Fluten oder Wolkenbrüche die lockere Bodendecke weggespült worden. Das Ausgehende erscheint sodann, je nach dem Verschiedenartigen der Gang- und Lagermassen, als ein mehr oder minder breiter Streifen, der auf größere oder geringere Entfernung in bestimmter Richtung verfolgt werden kann, und durch sein meist zer-

festes Wesen, so wie durch Färbung zc., von der Natur der sie begrenzenden Gebirgssteine in der Regel abweicht. — Sehr häufig aber ist das Ausgehende nicht entblößt.

Zweites Capitel.

Von dem Vorkommen der nutzbaren Mineralien, oder den besonderen Lagerstätten und von den Versuchsarbeiten auf denselben.

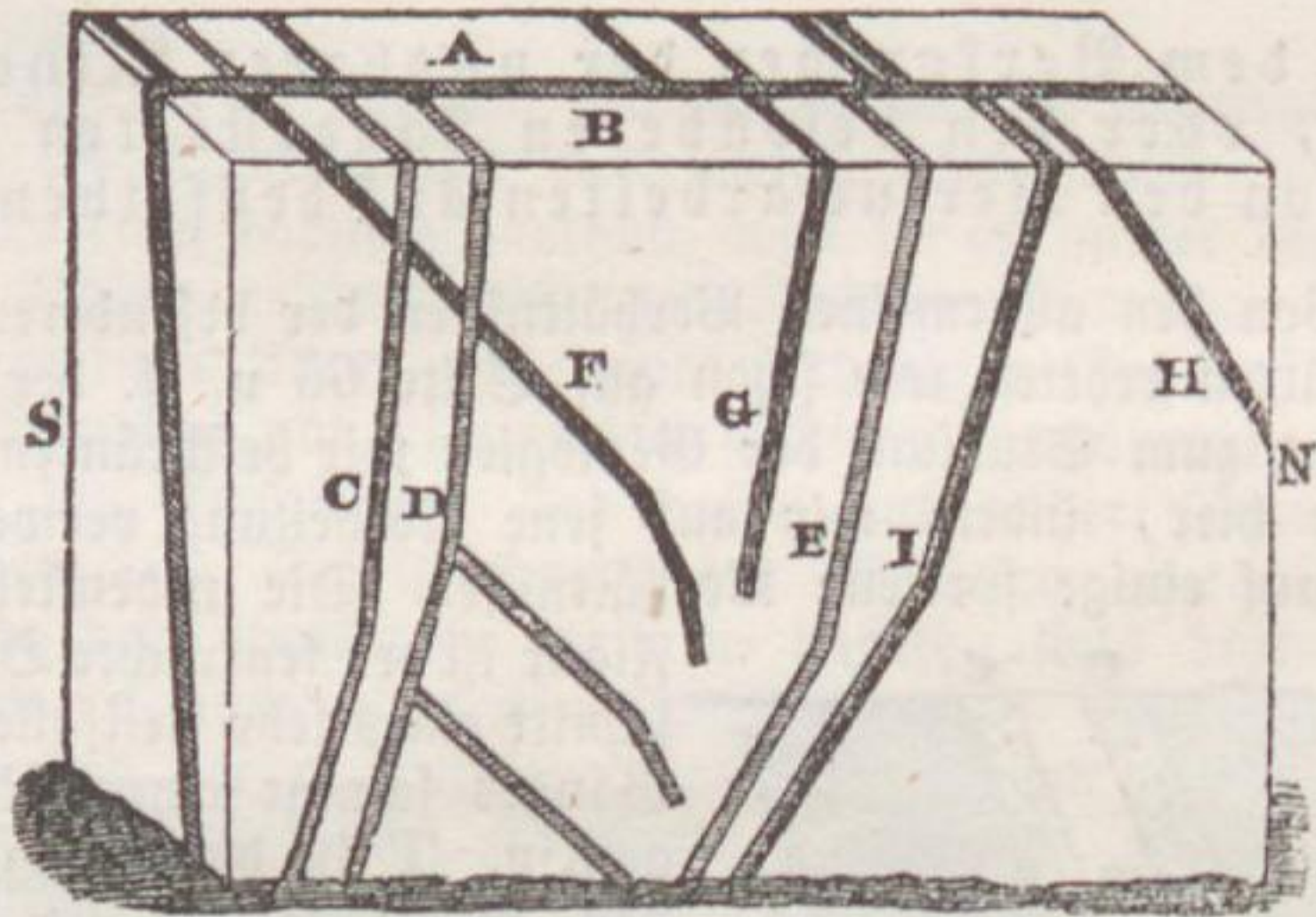
Von den allgemeinen Verhältnissen der besonderen Lagerstätten redeten wir schon auf Seite 66 u. ff. der Anleitung zum Studium der Geologie; wir beschränken uns daher hier, indem wir auf jene Abtheilung verweisen, nur auf einige specielle Verhältnisse. Die nebenstehende



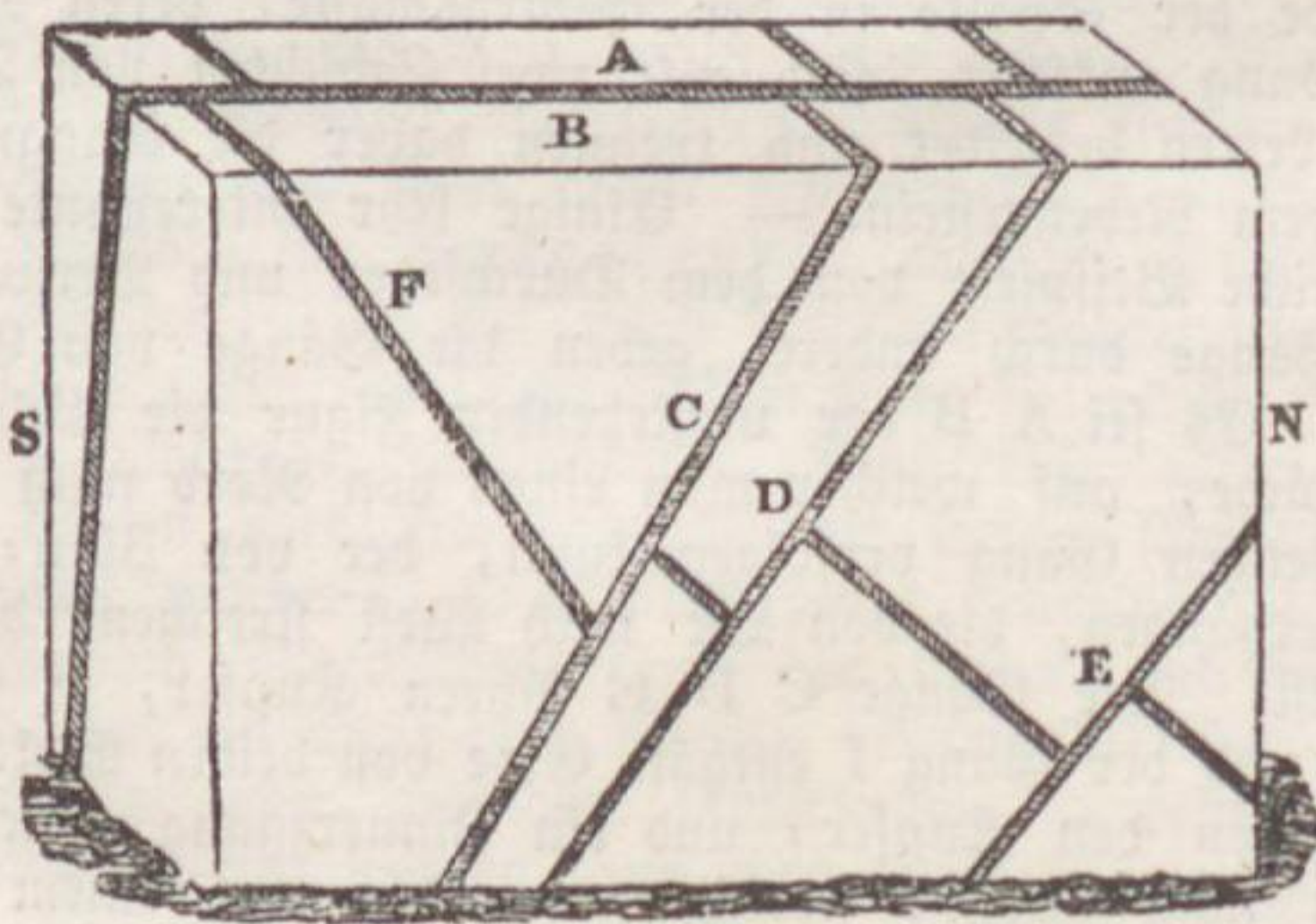
Figur ist der senkrechte Durchschnitt eines sehr steilfallenden Ganges sammt seinem Nebengestein. T ist der Gang, der von beiden Seiten im Hangenden sowohl, als im Liegenden, von einem sogenannten Lettenbestege C C umschlossen ist; d. h. die beiden

Wände der Spalte in der Gebirgsmasse, deren Mitte der Gang ausfüllt, sind mit zwei Schichten von Thon oder Letten bekleidet und trennen daher die Gangmasse von dem Nebengestein. — Einige sehr interessante und lehrreiche Beispiele von dem Durchsetzen und Berwerfen der Gänge durch andere, geben die Gänge von Cornwall. Es sei A B der umstehenden Figur die Gebirgsoberfläche, auf welcher man einen von Nord nach Süd streichenden Gang verfolgen kann, der von Zinn- und Kupfergängen, die von Ost nach West streichen, durchsetzt ist. Die Gänge C D E führen Kupfer, F G H Zinn und der Gang I enthält Erze von beiden Metallen. Zwei von den Kupfer- und ein Zinnerzgang, die von Osten nach Westen streichen, werden von einem von

Nord nach Süd laufenden tauben, d. h. mit Gestein ausgefüllten Gänge auf ihrer Streichungslinie nach Süden verworfen. Einer von den Zinnmärgen F wird von zwei Kupfermärgen C und D durchsetzt, allein er wird nicht verworfen.



Die Art und Weise, wie die Kupfergänge die Zinnmärgen durchsetzen und sie aus ihrer Richtung verwerfen, wird aus der nachfolgenden Abbildung deutlich werden. Es sei A B die Gebirgsoberfläche, auf welcher das Aus-



gehende eines von Norden nach Süden streichenden Ganges zu sehen ist, der Erzgänge durchsetzt, die von Osten nach Westen streichen. Die Gänge C D E führen Kupfer- und F führt Zinnerze. Man sieht, wie drei von diesen Gängen den ihrer westlichen Seite, durch einen sie durchsetzenden tauben Gang, emporgehoben worden sind. Der am südlichen Ende dieses Gangsystems streichende Zinnergang fällt nach Norden, während dagegen die Kupfergänge nach Süden fallen. Der Zinnergang F wird von drei Kupfergängen C D E durchschnitten und jedesmal emporgehoben.

Vermuthet man nun in einer Gegend Erzgänge oder Steinkohlenflöze mit einiger Sicherheit, so müssen Untersuchungs- oder Versuchsarbeiten darauf unternommen werden, die entweder in dem Bohren mit dem Erdbohrer, oder in dem Schürfen, oder in dem Überrauchen bestehen. — Beim Schürfen wird die Erde in senkrechter Richtung geöffnet, um sich von der Beschaffenheit tiefer liegender Lagerstätten nutzbarer Mineralien zu belehren. Die Schürfe gehen senkrecht auf dem Ausgehenden der Gänge oder steil fallenden Lager nieder und sind eigentlich nichts Anderes als kleine Schächte. Mit dem Überrauchen verbindet man dieselben Absichten, nur wird die Öffnung mehr grabenartig und auf größere Länge geführt; die Röschen durchschneiden daher das Streichen der Gänge und Lager mehr oder weniger rechtwinklich.

Das Bohren mit dem Erdbohrer wird besonders bei dem Steinkohlenbergbau, zum Auffuchen der Steinkohlenflöze, des Steinsalzes, ferner zu andern Zwecken des Bergbaues und zum Bohren artesischer Brunnen angewendet. Über die Lagerungsverhältnisse der Steinkohlen redeten wir auf Seite 306 ff. der Geologie und verweisen darauf. Die Steinkohlen kommen in mehr oder weniger geneigten Schichten in der Erdrinde vor; wenn man daher ein senkrecht Loch niederbohrt, so muß man sie treffen. Der Erdbohrer besteht aus einer gewissen Anzahl von Eisenstangen, die mit ihren Enden an einander befestigt sind und mit einem verstellten Werkzeuge

endigen, welches den Zweck hat, die Erden und Gesteine zu durchbohren. An dem obern Ende bringt man eine horizontale hölzerne oder eiserne Stange, in der Gestalt eines T, an, so daß man an dem Bergbohrer im Allgemeinen drei Haupttheile unterscheiden kann: das Anfangsstück oder den sogenannten Krüchel oder Drehling, welcher das T trägt, das Gestänge, welches aus einer größern oder geringern Anzahl mit ihren Enden an einander befestigter Stangen besteht, und das Endstück, welches man nach dem zu durchbohrenden Gestein nach Belieben verändern kann. Zu diesen drei Haupttheilen kommen noch viele andere, die zu der Handhabung des Instruments und zu seiner Anwendung unter besondern Umständen dienen, indem dasselbe bald so schwer wird, daß man es ohne Hülfe gewisser Maschinen, den sogenannten Hebeladen, die von den Hebezeugen der Maurer und Zimmerleute, oder von den Rammen nicht verschieden sind, nicht gebrauchen kann. Die mit dem Erd- oder Bergbohrer gebohrten cylindrischen Löcher sind 3 bis 10 und noch mehr Zoll weit und erreichen oft eine Tiefe von 600 Fuß und zuweilen noch mehr.

Neuerlich hat man auch eine schon seit den ältesten Zeiten in China angewendete Methode des Bohrens mit dem Erdbohrer mit dem glücklichsten Erfolge angewendet. Die Bohrer sind dabei nicht an Eisenstangen, sondern an biegsamen Seilen befestigt, weshalb man sie Seilbohrer nennt. Das Seilbohren hat gegen das Bohren mit einem Gestänge die Vortheile der größern Wohlfeilheit und Einfachheit. Auch Blechbänder wendet man statt der Gestänge an.

Über die artesischen Brunnen redeten wir bereits auf Seite 169 u. ff. der Geologie; wir bemerken darüber noch Folgendes:

Die Localitäten, wo das Bohren eines artesischen Brunnens mit der meisten Hoffnung des Erfolgs unternommen werden kann, sind die tertiären und die Flößformationen, welche gewöhnlich aus Abwechselungen von Thon und Sand oder Kalk bestehen, selbst dann, wenn

die Gebirge, an welche sich diese Schichten anlehnen, weit entfernt sind, und am einfachsten wird die Erbohrung der artesischen Brunnen, bei übrigens gehörigen Bedingungen ihres Vorhandenseins, da, wo eine lockere, wasserführende Schicht mit einem einfachen Thonlager bedeckt ist, das man dann nur zu durchbohren hat, damit aus jener untern Schicht das Wasser aufsteige. In den Gebilden der Ur- und Übergangsgebirge können Versuche zu Erbohrung von artesischen Brunnen mit keinem wahrscheinlichen Erfolge vorgenommen werden. Aber auch in den Flözgebirgen ist das Zusammentreffen gewisser (glücklicherweise häufig vorhandener) Bedingungen, welche sich in der Regel nicht durch oberflächliche Beobachtung, sondern nur genaue geologische und geodätische Untersuchungen ausmitteln lassen, nöthig, um mit einiger Sicherheit voraussagen zu können, daß sich ein artesischer Brunnen werde anbohren lassen. Solche Bedingungen sind: 1) es muß eine lockere zerklüftete Schicht (aus lockerem Sande, zerklüftetem schiefrigen Sandsteine, mergeligem freidigen Kalk, Grobkalk, grobem Schotter und dergl.) in der Tiefe vorhanden sein, welche, wenn auch eine große Strecke horizontal fortlaufend, doch irgendwo eine Höhe hinan- und dort frei zu Tage ausgeht, damit sie das atmosphärische Wasser aufnehmen und bis zum Punkte des Bohrlochs unter gehöriger Druckhöhe fortleiten könne. Besonders ist das Ausgehen solcher Schichten auf waldbedeckten, viel Wasser anziehenden Anhöhen. Jedenfalls muß eine solche Schicht so beschaffen sein, daß das Wasser fortlaufend mit einander in Verbindung stehende breitere Spalten, Höhlungen und Zwischenräume darin vorfindet, nicht aber bloß etwa (wie durch dichten Sand) langsam durchzufiltriren hat, da bei einer Wassermasse der letzteren Art, wenn sie auch ein Continuum bildet, doch der Druck von oben sich nicht mehr nach unten erstreckt. 2) Diese wasserführende Schicht muß mit einer wasserdichten (im Allgemeinen einem Thonlager) bedeckt sein, die das Wasser am Aufsteigen verhindert, so lange sie nicht durchstoßen wird; 3) es darf kein freier Abfluß aus der was-

serführenden Schicht nach einer niedriger gelegenen Gegend stattfinden, widrigenfalls auch nach Durchstechung der wasserdichten Schicht das Wasser nicht in der Röhre aufsteigen oder bloß so hoch darin aufsteigen würde, als es auch zur Seite des Abflusses über eine etwaige Anhöhe aufsteigen müßte, um den Abfluß zu gewinnen; daher die wasserführende Schicht unterhalb der wasserdichten nicht nur von einer Anhöhe absteigen, sondern auch eine Anhöhe wieder ansteigen muß, oder mit andern Worten, sich zwischen zwei, wenn auch entfernt liegenden, Gebirgsschichten unter einer wasserdichten Schicht hinauf und hinabziehen muß; doch kann die Stelle der zweiten Gebirgsschicht auch durch andere Hindernisse vertreten werden, wie eine bedeutende Verengerung der wasserführenden Schicht oder Sperrung derselben durch dichteres Gestein. 4) Der Punkt des Bohrlochs muß bedeutend tiefer liegen, als das Niveau der Anhöhe, wo die wasserführende Schicht zu Tage ausgeht, damit das Wasser durch gehörige Druckhöhe wirklich aus dem Bohrloch zu Tage getrieben werde. Sollten bloß 30 Fuß oder weniger fehlen, so kann man es noch vollends durch eine Saugpumpe zu Tage treiben. Im Ganzen also erfolgt das Aufsteigen des Wassers in den artesischen Brunnen unter den Bedingungen und Gesetzen der communicirenden Röhren, welche aus der Physik bekannt sind. Über die Tiefe, auf die man zu bohren hat, läßt sich gar nichts Allgemeines festsetzen, sie kann je nach der Localität unter 100 und über 1000 Fuß betragen. — Das von artesischen Brunnen gelieferte Wasser ist in der Regel gutes Trinkwasser, zumal wenn die Schicht, welche es liefert, ein kalkiges Gestein oder Gerölle ist; auch ist es meist dienlicher für Zuckersiedereien und Dampfmaschinen als anderes Brunnenwasser, was indeß je nach der Localität seine Ausnahmen leidet, wie denn artesische Brunnen, welche in abwechselnd gelagerten Schichten von Thon und buntem Sandstein gebohrt werden, größtentheils gyps- und Kochsalzhaltiges Wasser liefern. Die in allen Jahreszeiten gleichbleibende mittlere Temperatur

(etwa 10° R.) des Wassers der artesischen Brunnen macht übrigens die Anlage derselben in Gärten zur Kühlung im Sommer und zur Erwärmung mehrerer Pflanzen im Winter, bei Mühlwerken zur Verhinderung des Einfrierens der Wasserräder in den Radstuben, indem man das Wasser darüber träufeln läßt, sehr dienlich. Auch kann man sie benutzen, Räder damit zu treiben, wasserarme, mit Unrath beladene Bäche, namentlich in größern Städten, damit zu bewässern, ja, auch sumpfige Strecken dadurch zu entwässern, wenn diese nämlich höher liegen, als das Niveau des Wassers in dem Bohrloche.

Denjenigen Lesern, welche sich über das Bohren mit dem Erdbohrer und über die Anlage der artesischen Brunnen näher unterrichten wollen, empfehle ich die folgenden Werke: Selbmann, vom Erd- oder Bergbohrer und dessen Gebrauch beim Bergbau und in der Landwirthschaft. 1823. — v. Bruckmann, vollständige Anleitung zur Anlage, Fertigung und neuerer Nußanwendung der gebohrten oder sogenannten artesischen Brunnen. Heilbronn 1833. — Frommann, die Bohrmethode der Chinesen, oder das Seilbohren. Coblenz 1835. — Paulucci, das technische Verfahren bei Bohrung artesischer Brunnen. Wien 1838.

Drittes Capitel.

Von den Häuerarbeiten und den Mitteln, in die unterirdischen Räume hinabzusteigen.

Bermittelt ihres Zusammenhalts widerstehen die Gesteine den auf Zerkleinerung oder Trennung derselben wirkenden Kräften mit geringerer oder größerer Stärke. — Diese Festigkeit der Gesteine zu überwinden gelingt durch folgendes Mittel. Ohne auf eine Schilderung des sämtlichen Geräthes, d. h. aller Geräthschaften und Werkzeuge, die dem Bergmanne zur Bearbeitung der Felsmassen und der Erze, zum Zerbrechen, zum Losreißen und Sprengen derselben nöthig sind, eingehen zu können, wollen wir nur der wesentlichern gedenken.

Milde Gesteine, die leicht zu zermalmern sind, bearbeitet man mit der Keilhau. Allein nicht oft hat es der Bergmann mit solchen lockern, weichen Massen zu thun, und am seltensten treten Fälle ein, wo Gesteine, die mit bloßen Hauen bearbeitet werden können, dennoch Zusammenhalt genug haben, um viele Jahrhunderte hindurch sich als festes Gewölbe zu erhalten. Ein besonderes denkwürdiges Beispiel der Art gewährt der Pausilip-Tuff unfern Neapel und die durch ihn hindurchgebrochene Grotte. Eine gedrängte Schilderung dürfte hier nicht am unrechten Orte sein. Jener Tuff, eine leichte erdige Masse, ist das zerfleinte Material vulkanischer Erzeugnisse; zerriebene und zerbröckelte Laven- und Schlacken-theile, durch Wasser herbeigeführt und schichtenweise niedergelegt. Die Felsart trägt den Namen von den Bergen, welche dieselbe bildet, denn sie setzt die lange, nicht unterbrochene Reihe zusammen, welche vom steilen Pausilip-Vorgebirge bis zum Capo di Chino, am äußersten Ende der Stadt Neapel, zieht; Felsen, viele 100 Fuß hoch, nackt und bloß ins Meer sich hinabsenkend, schroffe Mauern, die ohne Treppen nicht zu ersteigen wären. Die leichte Bearbeitung des Gesteines durch Keilhauen oder ähnliche Geräthschaften beweisen die vielen Grottenhäuser, welche sich die Lazzaroni am Meeresufer ausgehöhlt haben. Um der Verbindung zwischen Neapel und Pozzuoli willen und zur Vermeidung des Weges über den steilen Pausilip, hat man in gerader Richtung eine 2123 Fuß lange Grotte durch den Berg hindurch gebrochen; denn beim Eintreten auf einer Seite ist schon die entgegen liegende Öffnung zu sehen. Dieser „Durchfahrtstollen“ mißt an seinem Eingange wie am Ausgange 50 Fuß Höhe und hat eine Breite von 20 Fuß, so daß zwei Wagen bequem neben einander Platz finden. Wer das großartige Werk ausgeführt, in welche Zeit es fällt, ist nicht bekannt. Der neapolitanische Volksglaube schreibt dasselbe einer Zauberei des Virgilius Maro zu, dessen Grabmal über dem Eingange in die Grotte von der Stadtseite her befindlich ist. Eben so wenig Vertrauen ver-

dient die Sage, daß der unterirdische Weg von M. Coccejus, Kaiser Nervas Großvater, in Verlauf von vierzehn Tagen geöffnet worden, indem er 100,000 Menschen dabei beschäftigte; denn wie konnten so viele Arbeiter in einem Raume thätig sein, der kaum einigen 100 zu solchem Behufe Platz gewährte? Am allgemeinsten angenommen, am wahrscheinlichsten ist, daß die erste Ausweitung der Grotte in sehr frühe Jahre fällt und vor die Zeit der Römerherrschaft. Seneca erzählt, daß er sich, auf seinem Wege von Bajá nach Neapel, durch die Grotte habe tragen lassen; er klagt über Dunkelheit, Luftverderbniß und Staub. Anfangs war der unterirdische Weg weniger hoch; denn man sieht, über 20 Fuß vom Boden aufwärts, deutliche Spuren der Wagenachsen im lockern Tuff der Seitenwände. Durch die Decke, von der Höhe des Berges aus, wurden in der Mitte der Grotte zwei kleine schachtähnliche Öffnungen in schräger Richtung gebrochen, um etwas Licht und Luft in die unterirdische Weitung zu bringen; aber selbst zur Tageszeit ist Beleuchtung durch Laternen nothwendig. — Auch die weitläuftigen und geräumigen Katakomben bei Neapel scheinen eine Art bergmännischer Arbeit.

Lernen wir nun die Werkzeuge kennen, vermittelst deren der Bergmann festere Gesteine überwindet. Es gehören dahin vor allen Schlägel und Eisen, das sind zwei Hämmer, von denen einer, der spizige, „das Eisen“, mit dem andern, „dem Schlägel“, eingetrieben wird, oder es hält ein Arbeiter einen gewaltigen Meißel, eine Brechstange, der andere führt den Hammer.

Eines der ältesten Mittel, das angewendet wurde, um ins feste Gebirge eindringen zu können, ist unstreitig das Feuersehen. Man setzt Holzstücke in mehrfachen Reihen senkrecht gegen die Gesteinwände, oder errichtet Stöße von kreuzweise gelegten Baumstämmen, bald in Form eines Kastes, bald in pyramidenähnlichen Haufen. Durch die Flammen, welche an die Felsmassen schlagen, werden diese sehr erhitzt und mehr oder weniger ausgedehnt; es entstehen Risse und Spalten in den verschie-

densten Richtungen, Schalen und ganze Wände vom Gebirge ziehen sich los, und nun dienen Brechstangen und Keilhauen, oder Schlägel und Eisen, um Erze und Gesteine wegzunehmen. Heutiges Tages ist das Feuersehen, eine Arbeit, welche sehr viel Holz erfordert, nur an wenigen Orten noch im Brauche, so u. a. zu Dannemora in Schweden und in andern dortländischen Eisengruben, ferner im Rammelsberge bei Goslar auf dem Harze und in einigen Zinnwerken des sächsischen Erzgebirges. — Die in den unterirdischen Räumen emporwirbelnden Flammen gewähren einen prachtvollen Anblick, der indessen selten zu genießen ist; Rauch und Schwefeldämpfe sind in den Gruben so lästig, daß diese während des Feuersehens nicht besucht werden können; auch steigt die Hitze bis zu dem Grade, daß die Bergleute genöthigt sind, halb nackt oder ganz entkleidet zu arbeiten. Bei Felsöbanya in Siebenbürgen, wo man, wenigstens vor nicht langer Zeit noch, das Feuersehen anwendete, kriechen die „Schürfknechte“ auf dem Bauche zum Brandorte, um das Feuer zu unterhalten, während die glühend heißen Wetter (erhitzte Luft) über sie wegziehen. — Wie Livius, der römische Geschichtschreiber, erzählt, so benutzten die Karthager, beim Zuge Hannibals über die Alpen, das Feuersehen, um Felswände zu sprengen und dem Heere eine Straße zu bahnen. Ein anderer berühmter Historiker, Diodor, berichtet, daß jenes Verfahren, um Erze zu gewinnen, schon in den Bergwerken der ersten ägyptischen Könige eingeführt gewesen sei. Auch eine Stelle im Buche Hiob läßt sich wohl auf das Feuersehen beziehen. — Daß die Alten die mürbe zu brennenden, die „zu erweichenden“ Gesteine mit Essig besprengt haben sollen, beruht ohne Zweifel auf einem Mißverständnisse, oder es lag dabei irgend ein Vorurtheil zum Grunde.

Von hoher Wichtigkeit für den Bergbau war die Erfindung des Pulvers. Bis dahin gingen die Arbeiten um Vieles langsamer von statten und waren auch bei weitem beschwerlicher. Man kennt noch alte Gruben, wo aus den von Jahr zu Jahr eingehauenen Zahlen zu er-

sehen, daß solche Baue oft in Jahresfrist kaum 30 Fuß vorrückten. Durch Anwendung des Pulvers erhielt das Bergmannsgewerbe in vielfacher Hinsicht eine veränderte Gestalt, denn was Feuersezen und Menschenhände zu leisten vermochten, stand außer Verhältniß mit der Kraft, die man nun hervorbringen konnte. Auffallend bleibt, daß Jahrhunderte verflossen, nachdem der deutsche Mönch die Entdeckung gemacht, welche so bedeutend auf die Schicksale ganzer Nationen einwirkte, ehe man das Pulver zum Sprengen von Felsmassen benutzte. Anfänglich dürfte das Schießen nur in Steinbrüchen im Brauche gewesen und nicht lange vor der Hälfte des 17. Jahrhunderts zuerst in ungarischen, sodann in harzer und sächsischen Bergwerken zum Sprengen der Gesteine eingeführt worden sein; zu Dannemora war die Sprengarbeit 1729 noch nicht bekannt. Verletzungen und Unglücksfälle beim Sprengen des Gesteins durch Pulver, wie solche die Arbeiter in den Bergwerken Sachsens und vorzüglich in jenen von Siberien nicht selten erfahren sollen, sind meist Folgen der Berwegenheit oder Unvorsichtigkeit. — Um zu zeigen, wie stark der Pulververbrauch in manchen Bergwerksgegenden ist, bemerke ich, daß im freiberger Reviere jährlich 1200 bis 1400 Centner Pulver verschossen werden, und in einer einzigen mexikanischen Grube, in der von Gallega, im Jahre 1833 nicht weniger als 384 Centner. — In den schwedischen Eisengruben brennt man zu gewissen Tageszeiten ganze Batterien auf einmal los. Besondere Glocken geben Warnungszeichen; nach kurzer Stille bricht sodann plötzlich aus den Tiefen ein furchtbarer Donner hervor, der lange nachhallt in den Felsklüften. Schnelle Blitze erleuchten auf Augenblicke das unterirdische Gebiet; es folgt Schlag auf Schlag, und während der Dauer einer Viertelstunde zittert der Boden, die nächste Umgegend bebt, wie bei Erderschütterungen; Gestein- und Erzstücke steigen aus schwarzen Rauchwolken empor und werden zum Theil weit hinaus über den Rand der Gruben geschleudert; krachendes Geräusch verkündet das Einstürzen

der Felsmassen in den Tiefen. In Dannemora pflegt man die Schüsse in der Mittagzeit, wenn die Arbeiter sich zur Ruhestunde herausbegeben, loszubrennen. Dies hat eines der auffallendsten Mißverständnisse veranlaßt: in einem vor nicht sehr langer Zeit zu Paris erschienenen Buche heißt es nämlich, in den Gruben von Dannemora werde jeden Tag, genau um die zwölfte Stunde, eine heftige Detonation gehört und es sei sehr schwierig, ein solches Phänomen zu erklären.

Ins Innere der Gebirge dringt der Bergmann in söhlig oder in mehr und weniger seigerer Richtung ein, mit Stollen oder mit Schächten, er teuft Gesenke ab, oder er treibt Strecken. Wir werden diese verschiedenartigen Baue im folgenden Capitel näher kennen lernen; zuvor die Bemerkung, daß in der Bergmannssprache unter söhlig so viel verstanden wird, als wagerecht oder horizontal, d. h. wie die Oberfläche ruhigen Wassers, und daß seiger mit senkrecht oder vertikal gleichbedeutend ist, d. h. die Richtung von der Erdoberfläche gegen ihren Mittelpunkt angibt, jene, welche ein aufgehängter gewichtiger Körper, z. B. eine Bleifugel an einem Faden schwebend, annimmt.

Die als Stollen bezeichneten Zugänge ins Gebirge — deren Öffnung am Tage man das Mundloch nennt — haben in der Regel genug Höhe und Weite, um ohne Unbequemlichkeit darin aufrecht zu gehen. Im Rathhausberge im Salzburgischen mißt ein Stollen, der sogenannte hohe Ausbruch, 12 Fuß Höhe und 7 Fuß Weite. Er wurde ganz mit Schlägel und Eisen betrieben, was, wie wir gleich hören werden, so viel sagen will, als ausgehauen; eine schöne aber zwecklose Steinmearbeit. — Die Längenerstreckung der Stollen ist mitunter sehr beträchtlich; der tiefe Georgstollen auf dem Harze zieht, die seitlichen Verzweigungen nicht gerechnet, in einer Richtung drei Stunden weit. — Sehr selten sieht man Berge ganz durchbrochen mit Stollen. Am oben erwähnten Rathhausberge geht der berühmte 10,500 Fuß lange Christophstollen durch den ganzen Berg hindurch, so daß

man an seiner Nordwestseite „anfahren“, an der Südwestseite „ausfahren“ kann.

Schächte sind senkrechte oder doch mehr und weniger geneigte Zugänge ins Gebirge, die sich mit geräumigen Schornsteinen vergleichen lassen. Die Öffnung eines Schachtes am Tage heißt Mundloch, wie beim Stollen; das Unterste, das Ende im Gebirge, wird als Sumpf, Gesenk oder Tiefstes bezeichnet.

Zum Hinab- und Hinauffahren in Schächten sind die Vorrichtungen und Anstalten sehr verschieden. In den häufigsten Fällen dienen einfache, seltener Doppelleitern oder Fahrten, wie man sie nennt. Die Doppelleitern werden unter andern im Salzwerke bei Hallein getroffen, dessen denkwürdige Verhältnisse wir demnächst ausführlicher kennen zu lernen haben. — Andere Schächte sind durch Treppen zugänglich gemacht, durch Stufen, die in den Fels gehauen, auch gemauert oder gezimmert werden. Im letztern Falle dienen starke Balken als Tritte.

Es gibt nicht viele Gruben, wo Stiegen bis hinab ins Tiefste reichen. Zu Falun in Schweden führen bequeme, mit Geländern eingefasste, Holztreppen in eine Tiefe von 1200 Fuß. Hier findet man das Versammlungszimmer der Bergbeamten, in welchem sich dieselben berathen, wenn sie das Werk untersuchen. Die runde Weitung ist mit Holzgetäfel versehen, um den Tisch sind Bänke angebracht, ein Eisenleuchter hängt von der Decke herab. Nach altherkömmlicher Sitte mußte jeder Schwedenkönig, einmal wenigstens während seiner Regierung, jenen unterirdischen „Saal“ besucht haben. Viele Namen gekrönter Häupter sind hier zu lesen. — Pferde, die bei den unterirdischen Arbeiten gebraucht werden, können auf jenen Treppen, ohne auszugleiten, sicher hinab und in die Höhe kommen. — Im Lezko-Schachte zu Wieliczka ließ August III., König von Polen, als er das Werk besehen wollte, um des Gefährvollen und Mühseligen enthoben zu sein, eine Wendeltreppe von 470

Stufen anlegen. Auch in mehreren uraltschen Gruben „fährt“ man auf Treppen in die Tiefe.

Das Hinunterlassen in Schächte, wie das Hinaufziehen aus denselben mittelst starker Seile oder Eisenketten, welche durch Haspel, auch durch Dampfmaschinen bewegt werden, gehören zu den weniger allgemein bräuchlichen Weisen. Bei der Fahrt auf dem Knebel, wie solche unter andern in den Steinkohlengruben unfern Zwickau im Brauche ist, sitzt der Bergmann auf einem runden am Seile befestigten Holzstücke. In Ungarn, Böhmen und Galizien bedient man sich zum Ein- und Ausfahren in seigeren (senkrechten) Schächten der Gruben-seile, woran sogenannte Knechte befestigt sind. Ein Knecht besteht aus zwei starken Ledergurten, einer derselben gibt den Sitz ab, der andere bildet eine Art Lehne, an welcher der Rücken ruht. In Ungarn hängen drei, zu Wieliczka sogar zehn solcher Knechte über einander am Treibseile, in gegenseitigen Entfernungen von 7 bis 14 Fuß. Die im obersten und im untersten Knechte Sitzenden leiten die Fahrt und müssen alles Anstreifen an der Schachtzimmerung zu verhindern suchen; denn bliebe man an einem Nagel, an einem Brette hängen, so wäre die Rettung vom Sturze in Tiefen von 1400 bis 2100 Fuß als der seltenste Glückszufall zu betrachten. — In den Kohlengruben bei Lüttich und andern Orten fährt man in Tonnen hinab und hinauf, oder in kleinen Rollwagen. — Die letztern Arten des Einfahrens haben nicht selten Unglücksfälle zur Folge. In einer der lütticher Gruben kamen im Jahre 1835 acht Arbeiter um. Sieben waren bereits in der Tonne, ein achter Bergmann eilt hinzu und springt, der Einreden ungeachtet, um die Fahrt gleichfalls mitzumachen, noch hinein, durch übermäßige Last zerreißt das Seil, Alle stürzten rettungslos dem Abgrunde zu. — Auch in den schwedischen Bergwerken fahren die Arbeiter, um das mühsame Hinabsteigen auf Leitern zu vermeiden, sehr gewöhnlich in starken mit Eisenreifen beschlagenen Tonnen in die Tiefe. Von vorspringenden Felsmassen wissen sie ihr kleines

Fahrzeug mit eigener Geschicklichkeit abzuwenden, um zu verhindern, daß dasselbe an Gesteinwände geschleudert werde. Oft sieht man Frauen oder Kinder, die in den Gruben Beschäftigung finden, auf dem schmalen Rande schwankender, sich drehender und schwingender Tonnen stehen, einen Arm um das Seil geschlungen. So groß ist die Macht der Gewohnheit, daß Frauen sorglos stricken beim Hinabsenken in den furchtbaren Schlund, oder bei der Auffahrt, ohne im mindesten die widrigen Zufälle zu scheuen und die Gefahr, in der sie zwischen Luft und rauhen Felswänden schweben. Herr v. Leonhard erzählt von einer Jungfrau, die 1785 allein aus der Grube hinauffuhr. Das Mädchen, unfähig die Tonne zu regieren, konnte nicht hindern, daß diese gegen eine Felsspitze stieß und umstürzte. Die Unglückliche wurde herausgeschleudert und fiel auf einen andern Felsvorsprung, wo sie, 100 Fuß über dem Boden, der äußersten Gefahr preisgegeben, hängen blieb. Man denke sich das Qualvolle der hilflosen Lage. Und in dieser schwebte die Uner-schrockene, an den Felsen sich anklammernd, eine halbe Stunde. Bei der geringsten Bewegung würde sie in die schroffe Tiefe niedergeschmettert worden sein. Endlich gelang es einigen entschlossenen Arbeitern, indem sie ihr Leben bei der halbsbrechenden Unternehmung aufs Spiel setzten, das Mädchen aus seiner Todespein zu befreien. — Pferde, deren man zum Treiben der Maschinen in den Gruben bedarf, werden zu Falun auf ähnliche Weise wie die Menschen hinab- und wieder heraufgewunden. In einigen schwedischen Bergwerken finden sich, in Tiefen von 960 Fuß und mehr, in festen Fels gehauene Pferdeställe und selbst unterirdische Schmieden, denn die Thiere kommen nur einige Mal im Jahre an das Tageslicht, aber sie sind wohlgenährt und von ihrem muntern Wiehern ertönen Hallen und Gewölbe. Auch in den lütticher Steinkohlenbergwerken und in jenen des Ländchens der Haiden bei Aachen, leben viele Pferde in den Gruben, welche den Tag nie wieder zu sehen bekommen.

Eine eigenthümliche Art des Einfahrens ist das auf

sogenannten Rutschchen, wie man sich deren in den geneigten Schächten der östreichischen und bairischen Steinsalzbergwerke bedient. Auf dem Liegenden des Schachts sind zwei runde glatte Stämme ungefähr einen Fuß weit von einander angebracht und etwas darüber ist ein stark gespanntes Seil befestigt. Man setzt sich auf die Stämme, auf das Hinterleder, hält sich mit der rechten Hand an das Seil und gleitet auf diese Weise abwärts. Ein dieses sogenannten Rolffahrens Unkundiger schließt sich beim Hinunterglitschen an einen geübten Rolffahrer an. Man fährt auf diese Weise sehr rasch hinab.

Am Harze ist man zu dem Resultate gelangt, daß Gruben, die tiefer als 200 Fachter (etwa 1400 Fuß) sind, nicht ohne große Anstrengung und von alten Bergleuten, nach der Schicht, gar nicht befahren werden können. Um nun auch für solche Leute die tieferen Strecken zugänglich zu machen, hat man die Kunstgestänge zu Fahrten benutzt. Diese sogenannten Kunstgestänge sind lange Arme oder Bäume, welche oben von den Kurbeln der Wasserräder bis tief in die Gruben nach den dort befindlichen Pumpen gehen und diese beim Umgehen der Wasserräder in Bewegung setzen. Zwei solcher Bäume gehen meist zusammen hinunter nach zwei Pumpen und bewegen sich abwechselnd auf und nieder, so daß, wenn der eine hinaufgeht, der andere hinuntergeht. An diese Stangen hat man Tritte und Handgriffe befestigt. Will man nun aufsteigen, so tritt man auf den Fußtritt der in dem Augenblicke aufwärts gehenden Stange und hält sich an dem Handgriffe derselben. Man wird nun mit der Stange einige Fuß gehoben. Hat man den höchsten Punkt erreicht, so tritt man auf den Fußtritt der daneben gehenden Stange, die bis jetzt abwärts ging, ergreift auch den Handgriff derselben und wird nun bei ihrem Hinaufsteigen wieder einige Fuß gehoben, wo man dann wieder auf die erste Stange hinübertritt. Diese Art zu fahren geht zwar etwas langsam, aber sehr bequem und auch sicher, sobald man nur mit der einen Hand nicht eher losläßt, bis man mit der andern den neuen Griff fest gefaßt hat. Eine

solche Fahrmaschine ist, wie leicht einzusehen, ohne große Kosten herzustellen, die Wirkung der Pumpen wird dadurch nicht geschwächt, da die zu denselben nöthige Kraft immer mit einem großen Überschusse bei der Anlage berechnet wird, wogegen das Gewicht von ein paar Menschen nicht in Anschlag kommt. Auch in andern Bergwerken, namentlich in den tiefen Kupfer- und Zinnerzgruben von Cornwall, hat man die nämliche Erfahrung gemacht und verschiedenartige Mittel vorgeschlagen, das mühselige Fahren zu erleichtern; allein es würde uns zu weit führen, mehr darüber zu reden.

Viertes Capitel.

Von der Veranstaltung und dem Betriebe der Grubenbaue.

Wir machten schon im vorhergehenden Capitel einige allgemeine Bemerkungen über die Hauptformen der Grubenbaue; wir gehen nun, so weit als es hier thunlich ist, näher darauf ein.

Stollen und Schächte erfordern, wie begreiflich, bei weitem mehr Kunst der Bearbeitung, als offene Baue, Tagebaue, das heißt solche, die gewöhnlichen Steinbrüchen gleich betrieben werden; darum bleibt es sehr merkwürdig, daß, schon in früher Zeit, selbst bei Nationen, die auf niederen Ausbildungsstufen standen, Bergbau in verdeckten Gruben geführt wurde. Wir wissen, daß die Könige Ägyptens an der Grenze von Äthiopien Gruben in Felsen aushöhlen ließen. Der durch seine das gesammte Gebiet der Schöpfung und des Wissens umfassende Schriften so berühmte Römer, Plinius der ältere, welcher im Anfange der christlichen Zeitrechnung lebte, redet sehr bestimmt von Stollen und Schächten. In Portugal wurden, in Zeiten, wo noch kein Pulver die Arbeiten des Bergmannes erleichterte, nicht nur ganze Gebirgszüge mit Stollen und Schächten „durchlöchert“, sondern man findet dieselben oft durch reinen Abbau mächtiger Erz-

adern, von oben bis unten gespalten. Ja, was noch auffallender, die Urbewohner Sibiriens, die Tschuden — deren Grubenbaue, schon zur Zeit der russischen Einwanderung, als Gegenstände von durchaus unbekanntem Ursprunge galten — hatten wohlverzimmerete Schächte; sie dürften in alten Tagen den Bergbau ziemlich in derselben Art geführt haben, wie solches noch zu heutiger Zeit geschieht.

Um Schächte herum und vor den Ausgängen von Stollen entstehen durch die aus den Gruben gebrachten und zur Seite gestürzten Gesteinmassen und Bruchstücke, die unter dem Namen Halden bekannten Haufwerke. Im Verlauf der Jahre wachsen sie zu Hügeln an; manche aus älteren Zeiten abstammende Halden sind bewachsen, einige tragen selbst große Bäume. Für Mineraliensammler zeigen sich viele Halden als sehr ergiebige Fundstätten; ich will nur der ungeheuren Halden von Arensdal in Norwegen gedenken, deren Schutt nach und nach von oben bis unten durchwühlt und in dem wahre Schätze aufgefunden wurden.

Nachdem wir uns über Schächte und Stollen verständigt, wird die Erklärung von Gesenken und Strecken leicht sein. Ein Gesenk ist ein abwärts geführter bergmännischer Bau, in Form und Richtung den Schächten gleich, nur daß er nicht vom Tage an, sondern von einem Stollen oder von einer Strecke aus getrieben wird. Unter Strecken versteht man Baue von Stollengestalt, die nicht zu Tage gehen, sondern in einem Stollen, oder in einem Schachte ihren Anfang nehmen, „münden“. Hin und wieder hat man Strecken für unterirdische Schifffahrt eingerichtet. Dies ist unter andern der Fall im clauenthaler Reviere auf dem Harze. Um die Förderung, d. h. den Transport der Erze von einer Grube zur andern zu bewirken, wurde, in ungefähr 2700 Fuß Tiefe, im festen Gestein, auf mehr als 16,000 Fuß Länge und in möglichst gerader Richtung, die „tiefe Wasserstrecke“ getrieben. An Ketten, welche in der Decke befestigt sind, werden die Rähne hin- und hergezogen.

Die auf den Bergbau angewandte Geometrie, die unterirdische Meßkunst, das Markscheiden, lehrt den Bergmann seine Arbeiten mit so bewunderungswürdiger Sicherheit auf gewisse Punkte richten, daß — ein kühnes, in früheren Zeiten vielleicht kaum denkbares, Vornehmen — der Betrieb eines Stollens von zwei einander entgegengesetzten Seiten zugleich statt haben kann. Von beiden Seiten dringt man gegen das Innere vor, und weiß die Sache so wohl zu berechnen, daß man im Voraus des Punktes gewiß ist, wo die gegen einander getriebenen Baue zusammentreffen müssen. In der Bergmannssprache nennt man eine solche Arbeit — die begreiflich sehr geeignet ist, weitgreifende Unternehmungen zu beschleunigen — Gegenörter treiben.

Erzmassen, die sehr in die Länge erstreckt sind, welche eine große Ausdehnung und dabei bedeutende Mächtigkeit, d. h. Dicke, haben, wie solches namentlich der Fall bei den Eisenablagerungen in Schweden und Siberien, werden unter ganz offenem Himmel abgebaut (Tagebaue). Die riesenmäßigen Gruben zu Dannemora, eines der ältesten und berühmtesten schwedischen Eisenbergwerke, dessen Ruf durch Berichte vieler Reisenden im fernen Auslande verbreitet worden, so wie die durch ihren Eisenreichthum gleichfalls sehr bekannten Gruben von Persberg, gewähren besonders sprechende Beispiele. Am Rande der Gruben von Dannemora stehend, von schwindelnder Höhe herab, übersieht man deren ganze Weite und blickt, mehrere 100 Fuß tief, auf den Boden. Eine Viertelstunde reicht kaum hin, die furchtbare Gruft zu umgehen. Schwarze senkrechte Felswände begrenzen den Abgrund; an nicht wenigen Stellen ragen gewaltige überhängende Massen drohend hervor, und aus den Höhlungen des Bodens lodern zu Zeiten Flammen auf, die vom Feuersehen herrühren. Das Ansehen des Ganzen muß, wie leicht zu denken, und nicht bloß bei Neulingen, Schrecken und Grausen erregen. Und diese Tiefe ist belebt von arbeitenden Menschen, denn man muß hinuntersteigen oder sich hinabsenken lassen, um zu den Eingän-

gen der unterirdischen Gruben zu gelangen. Bühnen, auf Rüstbäume gestützt, überragen den Abgrund, an diesen sind die Vorrichtungen zum Hinablassen und Heraufwinden der Tonnen angebracht. — Das Großartige des Eindruckes, von dem das Gemüth beim Besuche der perßberger Gruben sich ergriffen fühlt, steigert die Bewunderung bis zur Ehrfurcht. Ähnliche Scenen dürften sich an nicht vielen Orten darbieten. Am Rande des Abgrundes, aus welchem die Erze der Hauptgrube hervorgezogen werden, betritt man eine Art Plateform, ein wunderbar vorgerichtetes Bauwerk, es enthält die Maschinerie und ragt über den furchtbaren Schlund hinaus. So weit das Tageslicht reicht, ungefähr 525 Fuß, kann man hinabsehen, das Tiefste ist in Dunkelheit gehüllt. Gewaltige Eimer, an klirrenden Ketten hängend, gehen auf und ab. In der Tiefe sind Arbeiter zu erkennen, wie sie die Fahrten auf und niedersteigen; bei der großen Entfernung stellen sie sich als Zwerge dar. Die in den Abgrund führenden Leitern sind nicht von Felsenvorsprung zu Felsenvorsprung angebracht, sie reichen ohne Unterbrechung bis in die Tiefe, indem die Neigungen den Gesteinwänden und ihren bald ein- bald auspringenden Winkeln folgen. Gleiten die Füße aus, so schwebt der Hinabsteigende, mit den Händen sich anklammernd, über dem schwarzen Schlunde. Was die Gefahr vermehrt, ist der Umstand, daß die Leitersprossen mit feuchtem Lehm, auch mit Eis bedeckt und dadurch so schlüpfrig und kalt sind, daß, wenn die Füße den Dienst versagen, man den erstarrten Händen allein nicht wohl vertrauen darf. Je weiter abwärts, desto mehr nimmt das Eis zu, so daß es, um die Gruben davon zu befreien, in Eimern hinausgeschafft werden muß. Stellenweise liegt das Eis 90 Fuß hoch; es bildet wahre Gletscher, die durch keinen Wechsel äußerer Temperatur vermindert werden. Auf dem Boden der Gruben angelangt, wird der Besuchende von seinem Führer, durch mächtige Eisregionen hindurch, in gewölbte Räume geleitet. Manche dieser Weitungen,

dieser ungeheuern Felsengewölbe, sind so bedeutend, daß 50 Bergknappen darin gleichzeitig arbeiten können.

Zur Grubenbeleuchtung, zum Erhellen der dunklen Räume, wendete man zuerst Fackeln an, Rienspäne, Bündel dünner leicht brennender Stäbe, später wurden diese ziemlich allgemein durch Talglichter oder durch Lampen ersetzt. In den Gruben, welche, wie aus dem Vorhergehenden erinnerlich, die Könige Aegyptens an der äthiopischen Grenze in Felsen aushöhlen ließen, hatten die Arbeiter „Lichter an der Stirn“, und noch heutigen Tages trägt man im Mansfeldischen die Beleuchtung am Schachthute (Kopfbedeckung der Bergleute), und eben so in Mons beim Befahren der Schächte.

Die unterirdischen Grubenbaue sind bei weitem mannichfaltiger als die Tagebaue und ihr Betrieb erfordert weit ausgedehntere Kenntnisse. — Sie allein sind bei den meisten Lagerstätten nutzbarer Mineralien anwendbar.

Die Lagerstätten, welche man auf diese Weise anbaut, haben sehr verschiedenartige Formen und erfordern sehr verschiedene Methoden. Man kann sie in dieser Hinsicht in fünf Classen theilen, welche folgende sind:

1) Gänge oder Lager von sehr starkem Fallen gegen den Horizont und von höchstens einem Fachter Mächtigkeit.

2) Lager und Flöze von geringem Fallen oder von ganz söhliger Richtung, deren Mächtigkeit zwei Fachter nicht übersteigt.

3) Sehr mächtige Lager von geringem Fallen.

4) Sehr steil fallende und sehr mächtige Gänge oder Lager.

5) Massen (liegende und stehende Stöcke, Stockwerke), die nach allen Seiten zu bedeutende Dimensionen haben.

Es muß bemerkt werden, daß einige von den Lagerstätten der drei letzten Classen, wenn sie fast zu Tage ausgehen, fest und von festem Nebengestein umgeben sind, wenigstens lange Zeit hindurch durch Tagebau abgebaut werden können.

Die meisten Lagerstätten, welche die Anwendung eines unterirdischen Grubenbaues erforderlich machen und besonders die mächtigen und schwachfallenden Lager oder Flöze von Steinkohlen, Steinsalz u. s. w. werden weit leichter von unten nach oben zu, als von oben nach unten abgebaut. Die in den obern Theilen entstehenden abgebauten leeren Räume gestatten dem Wasser eine freie Circulation und vermehren die Menge derer, die man in den untern Theilen (untern Sohlen) trifft. Hat die Lagerstätte ein zu geringes Fallen, so daß man die Wasserhaltungsmaschinen auf demselben nicht anbringen kann, so muß man, indem der Abbau weiter vorrückt, neue Schächte zu jenem Zwecke absinken. Endlich ist es auch weit schwieriger, eine abgebaute, nicht feste, als eine unverrißte oder unangegriffene Masse zu unterstützen. Es folgt jedoch daraus nicht, daß man eine Lagerstätte stets an dem untersten Punkte, den die Abbaue je erreichen könnten, angreifen müsse. Oft kann eine Lagerstätte in mehrere Stagen oder Sohlen getheilt und in jeder können Abbaue ohne Nachtheil der darunter befindlichen vorgerichtet werden. Dies ist z. B. bei einer Lagerstätte der Fall, die in geringer Entfernung von Thälern verschiedener Niveaus liegen, von denen aus man Stollen zur Abführung der Wasser, die immer tiefer liegen, aber auch immer mehr Kosten verursachen, treiben kann. Bei saigerfallenden Gängen ist es auch häufig der Fall, daß die Wasser in den obern Teufen (Tiefen) nicht stark genug sind, daß der Vortheil, ihn von unten anzugreifen, die Kosten compensirt, welche das erste Niedergehen in eine beträchtlichere Teufe verursachen würde. Man beginnt alsdann den Abbau in geringer Entfernung von der Oberfläche des Bodens, den man schonen muß.

Der Grubenbau unter Tage erfordert zwei sehr von einander getrennte Classen von Arbeiten: die Ausrichtung und den Abbau.

Unter der Ausrichtung einer Lagerstätte versteht man die Aufschließung derselben durch Schächte, Stollen oder

Querschläge, nachdem sie vorher schon gehörig untersucht worden ist; sie geht der Vorrichtung voran.

Will man z. B. einen Gang oder ein Lager, die in einem Gebirge aufsetzen und deren Streichen mit dem Abhange einen sehr stumpfen Winkel macht, abbauen, so werden sie zuvörderst mit einem auf ihrem Streichen betriebenen, an dem möglichst tiefsten Punkte angelegten Stollen, der zugleich zur Wasserlösung dient, ausgerichtet. Um sie in einer andern Richtung aus- und zugleich den Abbau vorzurichten, sinkt man auf dem Fallen der Lagerstätten donnlägige Schächte ab, oder treibt schwebende Strecken auf derselben, welche den Stollen rechtwinklich treffen oder ihn durchschneiden müssen.

Wenn das Streichen der Lagerstätte einen sehr scharfen Winkel mit dem Streichen des benachbarten Thales macht, so richtet man sie mit einem querschlägigen Stollen aus und fährt dann von dem Punkte ab, wo man sie damit erreicht und sie überfährt, mit einer Feld- oder Grundstrecke auf dem Streichen des Ganges oder Lagers auf. Außerdem sinkt man auf ihrem Fallen Schächte ab, oder treibt schwebende Strecken. Hat das Lager oder Flöz nur ein geringes Fallen, so sinkt man auf die Grundstrecke einen oder zwei Schächte ab, um den Wetterwechsel herzustellen.

Soll ein stark fallendes Lager oder ein sogenannter seigerer Gang in Abbau genommen werden, der unter einer Ebene oder unter einem Plateau streicht, so sinkt man auf dem Fallen der Lagerstätte zwei Schächte ab, die man in einer gewissen Tiefe mittelst einer Feldstrecke in Verbindung setzt. Man kann aber auch die donnlägigen Schächte, oder einen derselben, durch seigere ersetzen, die im Dach oder Hangenden der Lagerstätte abgesunken werden und dieselbe in einer gewissen Tiefe durchsinken. Ist das Hangende nicht fest genug und läßt es Brüche befürchten, so sinkt man die Schächte in dem Sohlgestein oder Liegenden ab, treibt in einer gewissen Tiefe Querschläge nach der Lagerstätte und überfährt sie mit denselben. Was nun die Wahl der seigeren und donn-

lågigen Schächte betrifft, so hängt dies von vielen localen Umständen und Rücksichten ab. Da ein seigerer Schacht eine gewisse Tiefe auf einem kürzern Wege erreicht und, bei übrigens gleichen Umständen, auch fester als ein donnlågiger ist, so verursacht sein Betrieb und sein Ausbau auch geringere Kosten. Die Schächte dieser Art sind außerdem auch zur Wasserhaltung und Förderung bequemer. Die donnlågigen Schächte haben dagegen den Vortheil, daß man durch dieselben die Lagerstätten kennen lernt und daß durch das Gewinnen einer gewissen Erzmenge ein Theil von den Betriebskosten wieder bezahlt wird. Zugleich dienen sie auch zur Vorrichtung und Eintheilung der abzubauenen Massen, allein man kann es nie wagen, die Theile der Lagerstätte, welche den Schacht zunächst umgeben, abzubauen. Zum Wetterwechsel und zur Fahrung sind die donnlågigen Schächte eben so gut als die seigern, ja zu letzterer noch bequemer.

Ein Lager oder Flöz mit geringem Fallen, das unter einer Ebene liegt, richtet man mit zwei seigern Schächten aus, es ist aber nicht wie bei dem vorhergehenden Falle erforderlich, daß beide auf gleicher mit dem Streichen paralleler Linie liegen, es verdient sogar den Vorzug, sie an verschiedenen Punkten des Fallens abzusinken, auf welchem man alsdann eine schwebende Strecke treibt, um beide Schächte mit einander durchschlägig zu machen. Um den Wetterwechsel herzustellen, richtet man stets zwei Schächte vor, oder man theilt den einen durch einen luftdichten Schachtscheider in zwei Theile. Der eine von beiden Schächten, welcher zur Wasserhaltung oder als Kunstschacht dient, muß auf den tiefsten Punkt der Grube gesetzt sein. Wenn ein Steinkohlenflöz Biegungen oder Rücken hat, so sucht man sie oft mit den Schächten zu durchsinken, um sie kennen zu lernen und um in beiden Niveaus, welche das Flöz in der Nähe dieser Punkte zeigt, Abbau vorrichten zu können. Wenn ein Gang von einem andern durchsetzt wird, so setzt man

die Schächte so an, daß sie das Kreuz verfolgen oder es wenigstens durchsinkt.

Die ersten Ausrichtungs- und Vorrichtungsarbeiten bei dem Abbau einer stockförmigen Masse kommen mit den angeführten überein. Jedoch ist es gut, zu bemerken, daß man es bei fast seiger stehenden Massen — stehenden Stöcken — so viel als möglich vermeiden muß, die Schächte in ihnen selbst abzusinken. Es ist weit besser, dies im Liegenden und selbst in einiger Entfernung von der Lagerstätte zu thun, um Brüche zu vermeiden.

Was nun die Vorrichtungsarbeiten betrifft, so stehen dieselben in genauer Verbindung mit der Gestalt der Lagerstätte und mit dem Abbau selbst, weshalb wir davon reden, indem wir eine Übersicht des Abbaues der fünf Classen von Lagerstätten geben.

Wir beginnen mit denen der ersten Classe und beschäftigen uns zuvörderst mit einem wenigstens ein Lachter mächtigen Gange. Wenn er bis zu dem Punkte ausgerichtet worden ist, von wo aus die Vorrichtungsarbeiten betrieben werden sollen, so nimmt man diese vor, welche hauptsächlich den Zweck haben, den Wetterwechsel herzustellen und der Grube Wasserlosung und Förderung zu verschaffen, und theilt dann die abzubauen Masse mittelst Feld- oder Gezeugstrecken, die 10 bis 12 Lachter (à 6 Fuß 8 Zoll) unter einander betrieben werden, und durch Verbindungschächte, die 15 bis 20 oder 25 Lachter von einander entfernt auf dem Fallen des Ganges absinkt, in parallelepipedische Mittel ab. Diese Strecken und Schächte sind gewöhnlich eben so weit als der Gang mächtig, und nur wenn er sehr schmal ist, muß man das Liegende und Hangende nachhauen. Diese Vorrichtungsbaue sind zu gleicher Zeit Abbaue, indem durch dieselben schon Erze gewonnen werden, und dann lernt man die Lagerungsverhältnisse und den Erzreichthum des Ganges auf eine gewisse Strecke kennen, ehe man zum eigentlichen Abbau der Mittel schreitet. Man muß auf diese Weise so weit als möglich von dem Centralpunkte die

Ausrichtung und Vorrichtung fortsetzen und in den obern Teufen stets Reservemittel stehen lassen.

Der Abbau kann auf zweierlei Art bewerkstelligt werden, von denen die eine darin besteht, das Erz von oben und die andere, es von unten anzugreifen. In dem einen oder in dem andern Falle haben die Abbaue das Ansehn von Stufen einer Treppe, von oben oder von unterwärts angesehen. Die erstere Methode nennt man Stroßen- oder Straßen-, die andere Firsten- oder Förstenaue.

Wenn man ein Erzmittel durch Straßenbau gewinnen will, so richtet man in einem Schachte ungefähr 1 Pachter unter der Sohle einer Feldstrecke ein Gerüst (Bühne) vor. Auf diese Bühne stellt sich ein Häuer, der eine parallelepipedische Erzmasse, $\frac{1}{2}$ bis 1 Pachter hoch und $1\frac{1}{2}$ oder selbst 3 bis 4 Pachter lang wegnimmt, Darauf schlägt man eine zweite Schachtbühne $\frac{1}{2}$ oder 1 Pachter unter der ersten. Ein zweiter Häuer stellt sich darauf und führt dieselbe Arbeit wie der erste aus, der während dem auf der ersten Stroße fortarbeitet und die Masse wegnimmt. Sobald der zweite Häuer hinreichend mit seiner Stroße ins Feld gerückt ist, wird von einem dritten eine dritte Stroße begonnen, dann die vierte, die fünfte u. s. f. Es bildet sich auf diese Weise eine Art Treppe, auf welcher eine große Anzahl von Bergleuten zu gleicher Zeit den Gang abbauen können, ohne sich gegenseitig zu hindern, und da die zu gewinnenden Massen stets wenigstens von zwei Seiten frei sind, so ist die Gewinnung, entweder durch Spreng- oder durch Schlägel- und Eisenarbeit, sehr erleichtert. Ist der Gang mächtiger als ein halbes Pachter, oder ist die Gangmasse sehr hart, so belegt man jede Stroße mit zwei Häuern.

In dem Verfolg dieser Arbeit hat man zweierlei zu berücksichtigen: 1) die Berge oder das unhaltige Gestein wegzuschaffen; 2) dem Einsturz des Nebengesteins vorzubeugen, da dies, wenn die Gangmasse herausgenommen worden, gar nicht unterstützt ist. — Man erfüllt diese Bedingungen, indem man hinter den Häuern Gerüste,

sogenannte Kasten, anbringt, von denen jeder Stroße einer correspondirt. Diese Kasten unterstützen das Hangende und Liegende des Ganges und nehmen die Berge auf. Man wird einsehen, daß man sie gehörig fest machen muß, damit sie diesen doppelten Zweck erfüllen.

Um ein Erzmittel durch Försstenbau zu gewinnen, bringt man in dem Schachte, im Niveau der Försste des Stollens oder der Strecke, eine Bühne an, wodurch er unten verschlossen wird. Ein auf der Bühne stehender Häuer nimmt rechtwinklich auf dem Mittel eine parallelepipedische, $\frac{1}{2}$ bis 1 Lachter hohe und 3 bis 4 Lachter lange Erzmasse weg. Wenn auf diese Weise vorgerückt ist, so legt man in demselben Schachte auf einer zweiten Bühne einen zweiten Häuer an, durch welchen der Gang über der ersten Försste genommen wird, und schlägt eine zweite parallelepipedische Masse von denselben Dimensionen heraus, während der erste den Abbau fortsetzt. Ist der zweite Häuer 3 bis 4 Lachter weit vorgerückt, so legt man einen dritten auf einer dritten Schachtbühne an. Dieser beginnt den Abbau der dritten Försste, während die beiden andern Häuer auf den ihrigen weiter vorgehen u. s. f.

Bei dieser Art des Abbaues muß man, so gut wie bei dem vorigen, die Berge, so wie auch das Hangende und Liegende des Ganges unterstützen. Den ersten Zweck erreicht man oft durch eine einzige Kastenzimmerung, die über der Feldstrecke geschlagen und fest genug ist, um den ganzen Bergversatz zu tragen. Statt der Zimmerung kann auch oft Mauerung angewendet werden. Zuweilen schlägt man aber in verschiedenen Höhen Försstenkasten. Das Hangende und das Liegende stützt man außerdem durch Stücken Holz (Stempel), die zwischen dieselben getrieben werden. In den verstückten Bergen läßt man von Distanz zu Distanz kleine Schächte (sogenannte Röllschächte), welche dazu dienen, das von den Bergen im Groben geschiedene Erz auf die untere Feldstrecke zu stürzen, um es auf derselben zum Schacht zu fördern. Gewöhnlich bilden die verstückten Berge eine abhängige

Sohle, die hoch genug ist, daß die darauf stehenden Häuer bequem arbeiten können. Ist dies jedoch, des Reichthums der Erze und der wenigen Berge wegen, nicht der Fall, so stellen sich die Häuer auf eine Bühne, die so, wie sie vorrücken, wieder weggenommen und an einem andern Orte von Neuem geschlagen werden kann.

Diese beiden Arten von Abbau haben ihre eigenthümlichen Vortheile und Nachtheile und nach den verschiedenen Umständen den Vorzug.

Bei den Stroßenbauen steht der Häuer auf der Gangmasse selbst, arbeitet vor und unter sich und daher bequem, er ist den Schalen nicht ausgesetzt, die sich von der Förste ablösen; allein zu der Kastenzimmerung ist viel Holz erforderlich, das für immer verloren ist.

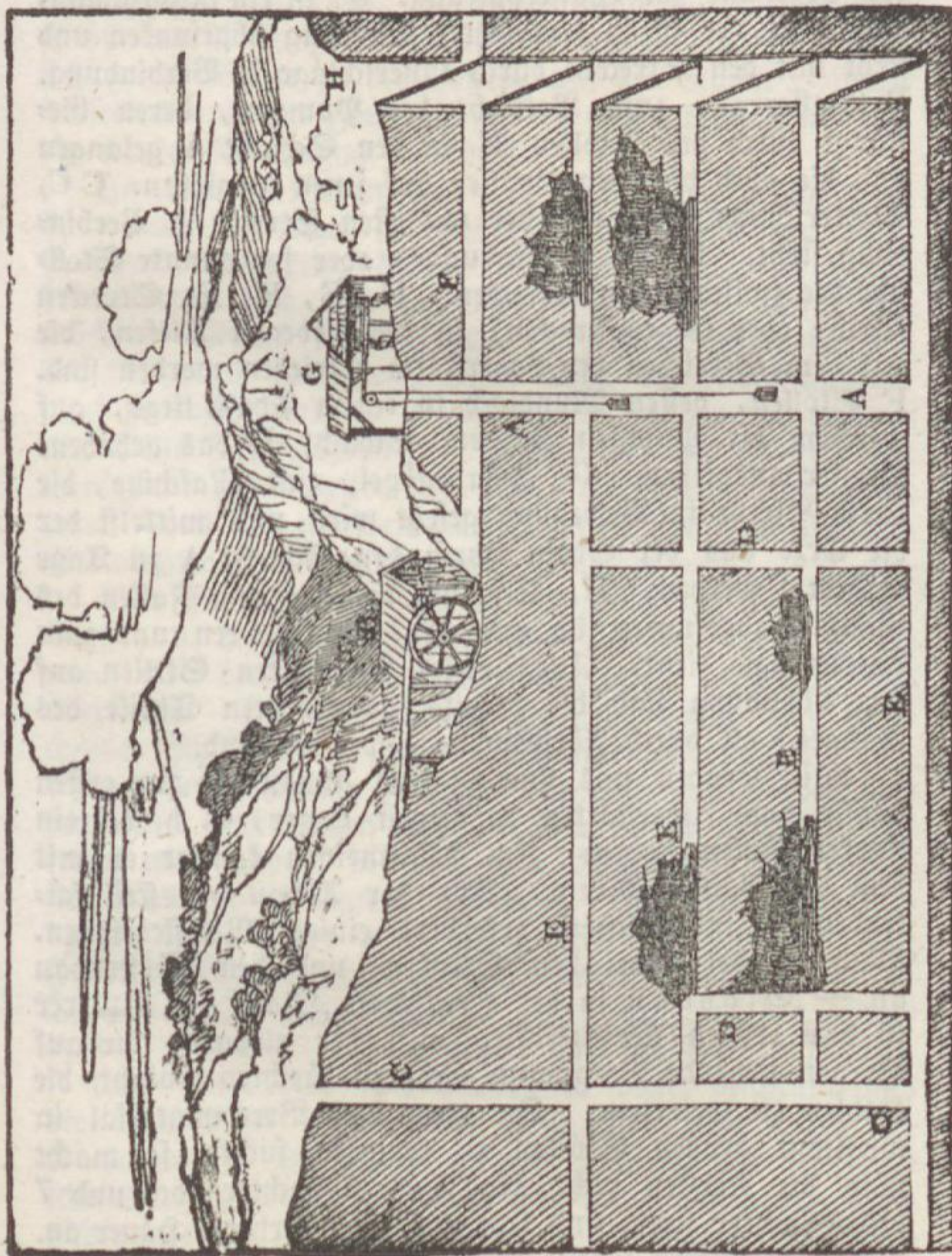
Bei den Förstenbauen muß der Häuer über sich arbeiten und daher häufig in unbequemer Stellung; allein die Schwere des Gesteins erleichtert die Arbeit und macht sie wirksamer. Der Holzaufwand ist geringer als bei den Stroßenbauen. Die Scheidung der Erze von den tauben Bergen ist aber weit schwieriger als bei den Stroßenbauen, weil das reiche Erz oft unter die Berge geräth.

Wenn auf einer oder auf beiden Seiten des Ganges ein Lattenbesteg vorhanden ist, so wird die Erzgewinnung dadurch sehr erleichtert, indem man dann die Masse wenigstens von drei Seiten frei machen kann. — Ist der Gang sehr schmal, so ist man genöthigt, einen Theil des Nebengesteins mit zu gewinnen, um den Bauen die erforderliche Weite zu geben. Ist in diesem Falle der Gang von dem Nebengestein gut abgelöst, so kann man, zur Erleichterung der Häuer- und der Scheidearbeit, den Gang auf der einen Seite auf einer gewissen Strecke verschrämen oder frei machen. Ein einziges besetztes und weggethanes Bohrloch wird dann zur Gewinnung einer großen Masse hinreichend sein, die dann gar nicht mit taubem Gestein vermengt ist.

Durch diese Methoden gewinnt man nur immer diejenigen Theile einer Lagerstätte, die sich bauwürdig zei-

gen; schmale Erztrümmer verfolgt man nur durch auf ihrem Streichen aufgefahrene Örter.

Ehe wir jedoch weiter gehen, wollen wir erst mit



Hülfe der vorstehenden Figur ein allgemeines Bild von einem, auf die obige Art betriebenen, sogenannten Gangbergbau geben. A ist der Hauptschacht zur Förderung der Erze und zur Wasserhaltung. Er ist ein Richtschacht, das heißt, er ist in senkrechter Richtung abgesunken und steht mit den Strecken durch Querschläge in Verbindung. B Wasserrad, zum Betriebe der Pumpen, deren Gestänge durch den Stollen F in den Schacht A gelangen und die auch die Grundwasser auf jenen ausgießen. C C, Wetterschacht, der mit der untersten Strecke in Verbindung steht. D, D, Verbindungs- oder sogenannte Stollschächte zwischen den Strecken. E, E, E, E, Strecken (Feld- oder Gezeugstrecken) in verschiedenen Tiefen, die auf dem Streichen der Lagerstätte getrieben worden sind. F Stollen, dessen Mundloch in einem Thale liegt, auf welchem die Pumpen in dem Schacht H das gehobene Wasser ausgießen. G, Pferddegöpel, eine Maschine, die durch Pferde in Bewegung gesetzt wird und mittelst der die Erze aus der Grube durch den Schacht A zu Tage gefördert werden. H, Schacht, der auf dem Fallen des Ganges abgesunken ist und der zum Fahren und zum Wetterzuge dient. Die dunkel schraffirten Stellen auf der Abbildung sind die bereits abgebauten Theile des Ganges, die durch Förstenbaue gewonnen sind.

Wir wenden uns nun zu dem Abbau der zur ersten Classe von Lagerstätten gehörigen Lager, d. h. die ein starkes Fallen haben. Im Allgemeinen kommt er mit dem der Gänge überein. Nur der Abbau der steil fallenden Steinkohlenflöze erfordert einige Modificationen. Man wendet dabei den Stroßen- und den Förstenbau an — Stoßbau in der Grafschaft Mark —; letzterer ist dem erstern vorzuziehen, weil der alsdann nur auf Bergen stehende Bergmann nicht zu fürchten braucht, die Kohlen zu zertreten. Da man das Brennmaterial in möglichst großen Stücken zu erhalten sucht, so macht man die Försten recht groß, oft 5 Lachter hoch und 7 bis 8 Lachter lang, und legt auf jeder mehrere Häuer an. Von dem untern Theile jeder Förste aus treibt man als-

dann eine Strecke, um auf derselben die Kohlen zum Förderschacht oder Stollen transportiren zu können. Fürchtet man eine Entwicklung von Wasserstoffgase (schlagenden Wetter), so macht man die Försten oder Stöße nur 1 Fachter hoch und 1 Fachter lang und sucht sich genug Berge zu verschaffen, um den Raum zwischen denselben und den Förstenstößen so eng zu machen, daß ein starker Wetterzug stattfindet.

In einigen Bergwerken des mittägigen Frankreichs baut man fast seiger fallende Steinkohlenflöße durch bloße streichende Strecken, die in verschiedenen Teufen getrieben worden sind und zwischen denen man hinlänglich mächtige Mittel stehen läßt, ab. Diese Methode hat den doppelten Nachtheil, einen Theil der Flöße unabgebaut zu lassen und die abzubauenen Kohlen nur von einer Seite frei darzubieten, während bei den Försten doch wenigstens zwei Seiten frei sind. Zuweilen nimmt man einen Theil des zwischen zwei Strecken stehen gebliebenen Steinkohlenmittels durch kleine Schächte weg.

Wir kommen nun zu den Lagerstätten der dritten Classe, d. h. zu den Lagern und Flößen, deren Fallen unter 46° beträgt und deren Mächtigkeit 1 Fachter nicht übersteigt. Die Ausrichtung geschieht durch eine streichende, schwebende, selten durch eine diagonale Strecke, d. h. deren Richtung zwischen der einer streichenden und der einer schwebenden steht. Von diesen Strecken aus treibt man andere in senkrechter Richtung. Ist erstere streichend, so ist letztere schwebend. In dem einen und andern Falle treibt man diesen auf dem Streichen und Fallen des Flößes aufgefahrenen Strecken parallele Strecken. Ist das Fallen des Flößes zu groß, um auf den schwebenden Strecken bequem gehen und fördern zu können, so treibt man bloß eine Strecke in dieser Richtung und die übrigen in diagonalen. Die Dimensionen und die Entfernungen der Strecken von einander sind sehr verschieden, sie dienen besonders zur Ausrichtung und Vorrichtung eines Flößes, zu seiner Austrocknung, zur Wetterführung, zu seiner Eintheilung in Pfeiler, so daß man

den Abbau an den passendsten Punkten und in der passendsten Ordnung beginnen kann. Die Breite der Pfeiler hängt von der Anzahl der Hauer ab, die neben einander arbeiten sollen; ihre Länge, die sehr bedeutend sein kann und die gewöhnlich längs dem Streichen stattfindet, wird nach der bequemen Förderung der Steinkohlen und dem Bedürfnis der Wetterführung eingerichtet. Wird der Abbau von dem Centralpunkte aus betrieben, so richtet man nur sehr wenige Strecken vor und gibt ihnen auch nur eine geringe Ausdehnung; allein man ist alsdann genöthigt, in dem abgebauten Felde eine Bergversetzung oder eine feste Zimmerung vorzurichten, damit Förderung und Wetterwechsel daselbst stattfinden könne. Man gibt diesen Strecken gewöhnlich die angegebene Richtung, zuweilen macht man aber auch Diagonalen, auf welchen die Steinkohlen auf einem kürzern und weniger stark abfallenden Wege aus den Abbauen auf die Grundstrecken und unter den Förderungsschacht gebracht werden.

Wenn das abzubauen Flöz ein stärkeres Fallen hat, wenn es 45° übersteigt, so treibt man noch Strecken einer andern Art; es sind Querschläge, die den Förderungsschacht mit verschiedenen Niveaus des Flözes in Verbindung setzen. Sie dienen dazu, die Steinkohlen aus diesen verschiedenen Sohlen in sogenannte Füllorte neben dem Schachte zu führen, von wo ab sie in die Förderungstonnen geladen werden, ohne daß man genöthigt wäre, bis ins Tiefste des Schachtes zu gehen. Man treibt diese Querschläge so, daß sie die Sohlen zwischen zwei abzubauenen Mitteln bilden. Man gibt diesen Mitteln eine dem Streichen des Flözes parallele Richtung und sehr oft baut man sie von dem Schachte aus ab, ohne sie durch Strecken zum Abbau vorgerichtet zu haben.

Wenn man bei der Vorrichtung oder beim Abbau Rücken trifft, welche die Flöße verworfen haben, so muß man die jenseits der Rücken liegenden Theile der Flöße nach den bekannten Regeln wieder ausrichten. Diese Wiederausrichtung geschieht durch Strecken.

Die Art und Weise des Abbaues in einem vorgerichteten Grubenfelde ist nach verschiedenen Umständen verschieden, von denen die einflußreichsten die Festigkeit des Daches, die Festigkeit und Mächtigkeit des Lagers und die Menge des sich aus demselben entwickelnden schädlichen Gases sind. Bei metallischen Lagern und solchen Steinkohlenflözen, in denen die bösen Wetter nicht häufig sind, richtet man einen stoßweisen Abbau vor; man wird sich davon einen Begriff machen können, wenn man annimmt, daß sich der fürstenartige Abbau eines stehenden Flözes fast dem söhligen nähert.

In den Steinkohlengruben gibt man den Stößen 1 bis 5, selbst 7 Lachter Front, bei $\frac{1}{2}$ bis 4 oder 5 Lachter Tiefe. Am häufigsten ist die Fronte der Stöße dem stärksten Fallen des Flözes parallel und sie rücken streichend weiter. Zuweilen nimmt man eine gerade umgekehrte Vorrichtung an. An andern Orten und besonders da, wo eine bedeutende Entwicklung und Wasserstoffgas einen starken Wetterzug erforderlich macht, richtet man statt mehreren nur einen Stoß oder Streb vor, welcher auf seiner ganzen Länge in der Sohle und im Dache verschrämmt und zu beiden Seiten geschlitzt wird, so daß die ganze Kohlenmasse auf einmal herausgeschlagen werden kann. Man sieht solche Streben, die 25, ja selbst bis 200 Lachter lang sind. Auf jedes Lachter Länge kann man einen Häuer anlegen.

Wenn das Flöz ein starkes Fallen hat, wie dies z. B. oft bei Mons vorkommt, so würden die auf der stärksten Falllinie stehenden Häuer eine sehr unbequeme Stellung haben, weshalb man der Fronte des Stoßes oder Strebs eine diagonale Richtung gibt.

Zuweilen sieht man sich auch genöthigt, dem Streb, wegen der natürlichen Klüfte der Steinkohlen, nach einer bestimmten Richtung und von der man bei dem Abbau profitiren will, ein solches Streichen zu geben. Dieser sogenannte Strebbaue hat das Nachtheilige, daß die Steinkohlen nur eine freie Seite darbieten.

Man mag nun von diesen drei Abbaumethoden anwenden welche man will, so ist es doch erforderlich, die abgebauten Räume mittelst einer Zimmerung oder eines Bergversazes zu unterstützen, welches bei einem brüchigen Dache große Schwierigkeiten hat. Folgendes ist eine Methode, welche diese Schwierigkeiten und die Kosten, welche sie verursachen, zum Theil vermeidet. In das abzubauenende Feld und bis an dessen Grenzen fährt man mit zwei parallelen, mehr oder minder weiten Strecken auf. Am Ende des Grubensfeldes treibt man eine auf beiden senkrecht stehende und sie verbindende Strecke, welche man in eine feste Zimmerung setzt. Ist dieses vollendet, so nimmt man diese Zimmerung, mit Ausnahme der Stempel, welche an dem zwischen beiden streichenden Strecken stehen gelassenen Mittel stehen, weg. In diesem treibt man eine zweite Strecke neben der verlassenen, und nachdem deren Betrieb vollendet worden, verläßt man sie ebenfalls. Indem man so fortfährt, baut man alle Kohlen ab. Man kann diese Methode jedoch nur dann anwenden, wenn der Wetterzug keine Schwierigkeiten hat; man sieht aber, daß sie den großen Vortheil eines reinen Abbaues gewährt und daß man kein Zimmerholz in der Erde zu lassen braucht. Sie wird in mehreren Steinkohlenbergwerken von Bourweiler im Departement des Niederrheins befolgt.

Wenn das Flöz sehr mächtig und sehr rein ist, so daß es keine Berge liefert, wenn das Dach schwierig zu unterstützen ist und wenn man die Baue in weiter Entfernung von den Schächten betreiben und nicht viel Zimmerung anwenden will, so geschieht der Abbau durch Örter. Man nennt so gerade Baue, 5 bis 10 Lachter weit, die, ohne das Feld durch Strecken aus- und vorzurichten, entweder streichend, oder schwebend, oder diagonal betrieben werden. Zwischen zwei Örtern bleibt ein Steinkohlenpfeiler stehen, dessen Mächtigkeit gewöhnlich 5 Lachter beträgt. Jedoch ist diese Mächtigkeit, so wie die Weite der Örter nach der Festigkeit des Daches und des Flözes selbst verschieden. Gewöhnlich gehen von

jedem Orte nach der Grund- oder Hauptförderstrecke Diagonalen. Indem man mit jedem Orte vorrückt, verfest man hinter sich mit Bergen, oder bringt Zimmerung an. Will man einen Theil der Baue verlassen, so nimmt man die langen Pfeiler von hinten nach vorn, gegen den Förderschacht oder der Förderstrecke zu, weg. Man kann zu dieser letztern Arbeit auch das vorhin angegebene Verfahren anwenden.

Dieser Abbau durch Ortsbau wird sehr vortheilhaft dann angewendet, wenn man die Nachbarschaft einiger Wassermassen fürchtet, die man alsdann mittelst eines zwischen zwei Pfeilern aufgeführten Dammes aufzuhalten im Stande ist. In diesem Falle muß man dem Ortsbetriebe mit einem Bohrloch vorhergehen, welches man senkrecht auf seine Fronte, in schiefer Richtung auf seine beiden Winkel ansetzt und das immer 10 bis 15 Fächter von dem Ortsstoß voraus ist. Kommt man mit dem Bohrer auf einen solchen Wasserbehälter, so zapft man es durch das Bohrloch ab, oder, wenn man sieht, daß die Wassermasse nicht bedeutend ist, so verstopft man die Öffnung, führt vor dem Ortsstoß einen festen Damm auf und beginnt den Abbau an einer andern Stelle. Diese Vorsicht ist besonders in der Gegend von Lüttich erforderlich, indem dort die Steinkohlenflöße mit sehr vielen alten Bauen durchwühlt sind, von denen man keine Risse hat.

Zuweilen baut man nur diejenigen Kohlen ab, die sich an der Stelle der beiden Systeme von Strecken befanden, von denen eben die Rede war. In diesem Falle macht man sie so breit als es die Festigkeit des Daches zuläßt und läßt zu dem Ende oft einen Theil der Kohlen im Dache stehen, wenn dieses brüchig ist. Die zwischen den Abbaustrecken stehen gelassenen Pfeiler bleiben zur Stütze in der Erde und man gibt ihnen nur die zur Erfüllung dieses Zweckes erforderlichen Dimensionen. Diese Art des Abbaues, welche eine der einfachsten ist, wird Pfeilerbau genannt. Er ist in mehrfacher Hinsicht unvor-

theilhaft und vorzüglich deswegen, weil die Pfeiler verloren sind.

Bei der Gewinnung der Kohlen sucht man immer möglichst große Stücke zu erhalten, weil die kleinen Kohlen einen bei weitem geringern Werth haben. Um auf die beste Weise dazu zu gelangen, greift man große parallelepipedische Stücke des Flözes an, indem man sie auf mehreren Seiten frei macht und darauf in einem Stücke hereinschlägt. Zu dem Ende macht man mit der Keil- oder Schramhau eine enge der Schichtung parallele Spalte, die man nach den Umständen 1 oder 5, selbst 8 Zoll hoch und wo möglich 20 bis 30 Zoll tief macht. Man nennt diese Operation das Verschrämen. Man führt sie hauptsächlich in der Sohle des Flözes aus und benutzt dazu die weiche Schieferthonschicht, auf welcher die Steinkohlen oft liegen. Ein anderes Mal führt man den Schram in einer gewissen Höhe in einer Schicht von bituminösem Schiefer, welcher das Kohlenflöz oft theilt. Ist es erforderlich, das theilweise Hereinbrechen der Kohlen zu verhindern, so unterstützt man die Massen in dem Schram mittelst kleiner Holzstempel. An den beiden Enden des Stoßes macht man ebenfalls senkrechte Spalten, die sogenannten Schliße, wenn die natürlichen Klüfte des Flözes dies nicht unnöthig machen, oder wenn der Stoß nicht schon durch Abbaustrecken u. s. w. befreit ist. Darauf nimmt man die zur Stütze in der Schram gesetzten Stempel weg und zuweilen fällt die Kohlenmasse durch ihr eigenes Gewicht herab, gewöhnlich muß sie aber durch Fimmel niedergetrieben werden. Zuweilen ist es aber auch erforderlich, am Dache einen zweiten Schram zu machen, um die Gewinnung zu erleichtern. Wenn der Schram nicht an der Sohle gemacht worden ist, so kann man die auf derselben stehen gebliebenen Steinkohlen mittelst Brechstangen aufheben; zuweilen bedarf man auch Fimmel zu dieser Operation. Je fester die Kohle ist, je kleiner sind die auf einmal zu gewinnenden parallelepipedischen Stücke. Hat man nichts von schlagenden Wettern zu fürchten, so kann man die Sprengarbeit bei der

Kohlengewinnung zu Hülfe nehmen. Bei der Förderung vermeidet man Alles, wodurch die Kohlen zerbröckelt werden.

Wenn die Flöße sehr schmal sind und man sie dennoch mit Vortheil gewinnen kann, so treibt man die Förderstrecke mit gehöriger Höhe zum Theil in dem Dachgestein des Flößes; allein die Abbaue macht man nur so hoch, daß ein auf der Seite liegender Mensch darin sich bewegen kann. In dieser Lage gewinnen die Häuer die Steinkohlen u. s. w., indem sie das bauwürdige Flöß in der Sohle verschrämen. Die Förderung bis zum Stollen geschieht gewöhnlich durch Kinder auf einer Art Schlitten (Schlepptrug), den sie an eins ihrer Beine binden und ihn hinter sich her schleppen. Diese mühselige Art des Abbaues nennt man Krummhals- oder Krummhalsferarbeit; sie ist sehr angreifend für die fast nackt arbeitenden Bergleute. Man wendet diese Art des Abbaues in den Steinkohlenbergwerken von Hahlkreuzen unweit Meisenheim in Rheinbaiern, bei der Gewinnung des nur 4 bis 8 Zoll mächtigen Flößes, ferner zum Abbau des Steinkohlenflößes zu St. Hippolite im französischen Departement des Oberrheins, zu dem des Kupferschieferflößes im Mansfeldischen, des bleiführenden Mergels zu Tarnowitz in Oberschlesien u. s. w. an.

Wenn es große Schwierigkeiten hat, ein sehr schmales Flöß, ohne unhaltiges Sohl- oder Dachgestein mit wegzunehmen, abzubauen, so ist doch der Abbau sehr mächtiger Schichten, welche unsere dritte Classe von Lagerstätten bilden, noch schwieriger und nur selten ist man im Stande, sie rein abzubauen. Dahin gehören z. B. die Steinkohlenflöße, deren Mächtigkeit 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fächter übersteigt. Man ist genöthigt, sie in mehrere Sohlen zu theilen, die nicht über ein Fächter hoch sind und die man nach und nach abbaut. Man könnte diese verschiedenen Sohlen gänzlich abbauen, wenn man von unten anfinge und die abgebauten Theile sogleich mit Bergen genau versetzte; allein gewöhnlich kann diese Methode ihrer Kostbarkeit wegen nicht angewandt werden. Manche

1½ bis 2 Fachter mächtige Steinkohlenflöße, die ein festes Dach haben, können in zwei Sohlen abgebaut werden, indem man mit der obern mit gehöriger Regelmäßigkeit beginnt, so daß sich das Dach ohne viele Brüche senkt. Gewöhnlich baut man aber diese mächtigen Schichten durch Pfeiler ab. Man treibt in dem untern Theile des Flözes Strecken, die rechtwinklich mit einander sind und die man so breit macht, als es das Dach, ohne Brüche zu machen, erlaubt und zwischen denen man rechtwinkliche, hinlänglich starke Pfeiler läßt. Ist die Kohle fest, so treibt man nur ein einziges System von parallelen Strecken und durchschneidet die sie trennenden langen Pfeiler oder Wände nicht durch andere, rechtwinklich auf jenen stehende, Strecken. In dem einen wie in dem andern Falle füllt man die Strecken mit Bergen aus, wodurch man das Sinken der oberen Kohlen verhindert und den Abbau des obern Theils von dem Flöße möglich macht. Hat man nun auf diese Weise einen bedeutenden Theil des Flözes abgebaut, so richtet man auf demselben eine zweite Abbausohle vor, indem man in der Förste der ersten neue Strecken treibt, denen man dieselbe Weite gibt, so daß die Pfeiler der zweiten Sohle genau in der Verlängerung derer der ersten liegen. Man fährt solcher Gestalt fort, bis daß man zum Dache des abgebauten Flözes gelangt. Auf diese Weise baut man das 5 Fachter mächtige Hauptflöz des Steinkohlenbeckens von Dudley in England ab, jedoch mit dem Unterschiede, daß nicht genug Berge vorhanden sind, um die untern Strecken bis zum Niveau der zu gewinnenden Kohle zu versehen, welches zwar unbequem für die Bergleute ist, ihnen aber die Gewinnung erleichtert, da die Kohle unten frei ist. Man theilt das Flöz in fünf Sohlen, deren Trennung durch Schieferthonschichten oder durch natürliche horizontale Klüfte bezeichnet ist.

Wenn gehöriger und fester Bergversatz in den abgebauten Theilen vorhanden ist, so kann man auch wohl zuletzt die stehen gebliebenen Pfeiler wegnehmen. Will man dies thun, so ist es besser, zuvörderst nur ein System

paralleler Strecken zu treiben, die durch eben so breite Pfeiler als die Strecken weit, von einander getrennt sind und die man darauf durch ein zweites System von den erstern parallelen Strecken abbaut.

Die sehr mächtigen Gänge und die sehr mächtigen, stark fallenden Lager zeigen noch weit mehr Schwierigkeiten beim Abbau. Durch Pfeilerabbau kann man sie nicht gewinnen, indem die Pfeiler in diesem Falle mit der Senkrechten einen zu starken Winkel machen oder eine zu große Höhe erlangen würden, um sich zu halten. Die einzige passend anzuwendende Art des Abbauens ist der sogenannte Querbau, durch welchen die ganze Masse von unten nach oben zu gewonnen wird.

Wir wollen annehmen, es solle ein 9 bis 10 Fachter mächtiges, fast seigeres Lager abgebaut werden. Man richtet die Lagerstätte mittelst eines Stollens oder eines im Liegenden abgesunkenen Schachtes und eines Querschlages an dem tiefsten Punkte, den man gegenwärtig mit dem Abbau erreichen will, aus. Hat man das Liegende erreicht, so fährt man auf dem Lager selbst mit einer Feldstrecke so weit auf, als die Baue in dieser Richtung ausgedehnt werden sollen. In einiger Entfernung von dem Ausgangspunkte treibt man in dem Lager einen Querschlag bis zum Hangenden und setzt ihn, wenn es erforderlich ist, in Zimmerung. Ist durch den Betrieb dieses Orts alles Erz oder alle Kohle u. s. w. weggenommen, so nimmt man, mit Ausnahme der Sohlhölzer der Thürstöcke, die zur Sicherung der Förste, wenn man künftig eine tiefere Sohle angreifen will, liegen bleiben, die ganze Zimmerung heraus und versetzt die Strecke mit Bergen, die man entweder beim Abbau selbst gewonnen hat, oder die man in die Grube hineinfördert. Neben der ersten treibt man eine zweite Querstraße, verfährt damit wie mit jener u. s. f. Während dem treibt man in einiger Entfernung von der ersten, von der Feldstrecke aus, eine zweite Querstraße, in einiger Entfernung von dieser eine dritte u. s. f., so daß auf diese Weise ein gewisser Theil der Lagerstätte von ungefähr 1 Fachter Mäch-

tigkeit an mehreren Punkten angegriffen und abgebaut und darauf durch Bergeversatz wieder ausgefüllt wird. Dadurch wird der obere Theil der Lagerstätte, so wie deren Hangendes und Liegendes unterstützt. Ehe aber der Abbau dieses ersten Stockwerks oder dieser ersten Sohle vollendet ist, beschäftigt man sich schon damit, einen zweiten über dem ersten befindlichen Theil der Lagerstätte abzubauen. Zu dem Ende treibt man am Liegenden über der ersten eine neue Feldstrecke, deren Sohle mit der Förste der ersten zusammenfällt. Von dieser Strecke aus treibt man wiederum, eben so wie in der ersten Sohle, Querstraßen zum Hangenden, deren Sohlen die Förste des Bergeversatzes von jenen ist und nachdem ihr Abbau vollendet worden, versetzt man sie auch mit Bergen, ohne Zimmerung stehen zu lassen. So wie der Abbau der zweiten Sohle etwas weit vorgerückt ist, beginnt man den einer dritten u. s. f. Der Betrieb der verschiedenen über einander liegenden Feldstrecken schreitet wie ein Förstebau vor und der der Querstraßen folgt in fast derselben Ordnung. Gewöhnlich baut man nur 10 Sohlen von dem, mittelst des ersten querschlägigen Stollens ausgerichteten, Grubensfelde ab, alsdann richtet man im Niveau der eilften ein neues Feld durch einen von dem Schacht aus getriebenen Querschlag aus, damit man nicht nöthig habe, das Erz erst so tief herabzustürzen, um es von Neuem in den Schacht in die Höhe zu fördern. Gewinnt man durch den Abbau selbst nicht Berge genug, so treibt man in das Nebengestein hinreichend lange Örter, an deren Ende man eine glockenförmige Weitung aushaut (in Ungarn Bergmühle genannt), in denen sich die Förste loszieht und aus denen man auf diese Weise eine hinlängliche Bergemenge gewinnt. Man erlangt durch dieses Verfahren einen ganz reinen Abbau. Ist jedoch das Erz brüchig, so muß man von Distanz zu Distanz starke Pfeiler, nach der ganzen Mächtigkeit des Lagers, stehen lassen, die seiger bis zur Förste ansteigen. Wenn der zwischen ihnen befindliche Bergeversatz mit der Zeit fest geworden ist, so kann man

die Pfeiler auch abbauen und ihre Stelle ebenfalls durch Berge ersetzen.

Der schwierigste Abbau ist der der liegenden und stehenden Stöcke, Stockwerke, oder überhaupt der massenförmigen Lagerstätten. Sie geschieht, falls kein Tagebau auf eine lange Zeit hinaus anwendbar ist, durch Querbau und sogenannten Bruchbau. Letztern wendet man z. B. zur Gewinnung der zu Brüche gegangenen Theile des altenberger Zinnstockwerks an. — Der Stockwerksbau mit großen Weitungen wird auf einigen Erz- und auf mehreren Steinsalzlagerstätten angewendet. Die Förste hält sich durch sich selbst, ohne Ausbau oder Bergeversatz und man braucht ihr bloß die gewölbartige Gestalt zu geben. Einige Steinsalzbergwerke, z. B. die von Wieliczka und Bochnia in Galizien, oder die in Cheshire in England, haben an 50 Lachter lange und bedeutend hohe Weitungen und erregen die Bewunderung der Reisenden.

Manche massenförmige Lagerstätten werden, ihres Erzreichthums wegen, nur sehr unregelmäßig und daher sehr unrein abgebaut und an mehreren Orten sind durch solchen planlosen Betrieb sehr bedeutende Brüche veranlaßt worden, deren Wiederangriff stets sehr gefährlich ist.

Hat die abzubauenende Masse eine große Festigkeit, so macht man in deren reichste Theile große Höhlungen, die so weit werden als es nur möglich ist. So gewinnt man z. B. in Ungarn und Siebenbürgen das Steinsalz in einer einzigen kegelförmigen Weitung, die man vom Tiefsten eines seigern Schachtes ab, in der Gestalt einer Glocke, aushöhlt und die man so lange vergrößert, als keine Brüche zu befürchten sind. Die Arbeiter fahren (steigen) auf Fahrten (Peitern) hinab, die ohne weitem Stützpunkt in der Mitte hängen.

Die Gestalt der abzubauenenden Lagerstätte und die Art des Abbaues, die man dabei anzuwenden für nöthig findet, mag nun sein welche sie wolle, so gibt es doch allgemeine Regeln, die man bei dem Grubenbetriebe befolgen muß.

Man darf nie sogleich die ersten Erz- oder Steinkohlenmittel, die man in den obern Teufen der Bergwerke antrifft, abbauen, sondern sie zur Reserve stehen lassen und erst den Abbau der entferntern Punkte vorrichten. Man muß an einem Orte in der Grube so viel Arbeiter anlegen, als es nur, ohne daß sie sich gegenseitig hindern, geschehen kann; alsdann greifen ihre gegenseitigen Arbeiten in einander, und man hat den Vortheil, Geleucht zu sparen und die Aufsicht zu erleichtern. Man muß auch einen und denselben Punkt so rasch als möglich abbauen und ihn nur nach völlig reinem Abbau verlassen, auch, wenn es sich thun läßt, die Zimmerung herausnehmen, um sie anderweitig anzuwenden, und endlich die Festigkeit, wo es ausführbar ist, durch Bergeversatz sichern. Endlich muß man solche Vorkehrungen treffen, daß die Streckenförderung so kurz als möglich sei und daß sich die Grundwasser an einem Punkte vereinigen.

Während man die schon vorgerichteten Felder abbaut, richtet man neues vor und unternimmt sowohl Ausrichtungsarbeiten in der Grube, als auch Versuchbaue über Tage.

Wir müssen nun noch Einiges über die Gewinnung des Steinsalzes sagen. Es kommt dies wichtige Mineral entweder in Lagern oder Stücken rein, oder in Nieren, Adern oder Körnchen in Thon, oder in Wasser aufgelöst vor. Alle drei Arten des Vorkommens bedingen verschiedene Gewinnungsmethoden. — Eigentliche Steinsalzlager gewinnt man durch Tage- oder durch ordentliche Grubenbaue; zu erstern gehört die reine Steinsalzmasse von Cordona unweit Barcelona in Spanien. Zu den eigentlichen Steinsalzbergwerken gehört vor Allem das eben so bekannte als berühmte zu Wieliczka in Galizien. Die Gewinnung geschieht in sehr großen neben und unter einander befindlichen Räumen oder Weitungen, die durch Strecken und Schächte mit einander und durch Schächte mit der Oberfläche in Verbindung stehen. Die Gewinnung des Salzes geschieht fürstenartig, durch Spreng-

arbeit, durch Schlägel und Eisen und Brechstangen. Ähnlich wird das Steinsalz zu Northwich in England gewonnen, zu Vic in der französischen Provinz Lothringen durch eine Art Pfeilerbau, wie bei den Steinkohlen.

Eine ganz eigenthümliche, höchst interessante Gewinnung des Steinsalzes findet in den nördlichen Kalkalpen, zu Hallein, Ischl, Nussee und Hallstadt im Östreichischen und zu Berchtesgaden im Bairischen statt. Es kommt dort nie in großen ausgedehnten Massen, sondern meist in Körnern und kleinern oder größern Stücken, als eine eigenthümliche Verbindung von Thon, Gyps und Steinsalz als stockförmige Masse (sogenanntes Hasselgebirge) vor.

Um das Salz aus diesem innigen Gemenge zu gewinnen, treibt man in verschiedenen, gehörig von einander getrennten Stockwerken oder Sohlen übereinander, Strecken in die Gebirgsmasse, die senkrecht auf einer Hauptstrecke stehen, und versieht sie vorn, wo sie mit der Hauptstrecke verbunden sind, jedoch in einiger Entfernung von derselben, mit einem festen und sichern, mit einer Vorrichtung zum Abzapfen versehenen Damm. Am entgegengesetzten oder hintern Ende der in gehöriger Entfernung von einander liegenden Strecken, Schachttritte, führt man süßes Wasser ein und füllt sie damit an. Das Wasser laugt die Salztheile von den Seitenwänden und von der Decke (dem Himmel) aus und sättigt sich am Ende mit Salz, wird eine Soole, die man alsdann abzapft und auf Salz versiedet. Die Strecken werden immer weiter und gehen in die Höhe, denn der ausgelagte Thon fällt zu Boden und erhöht die Sohle. Man nennt diese Auslaugekammern Sinkwerke, Wehren oder Sulzenstücke. Den Grundriß von einem jeden Stockwerk oder einer jeden Hauptsohle kann man sich am anschaulichsten in dem Bilde einer nach einem Spangenmodelle gebildeten Kartätschkugelform denken, wobei der Stollen der Haupteingüß, die sogenannten Schachttritte die zu jeder Kugel führenden Nebeneingüße und die Sinkwerke die Kugeln sein würden.

Salz- oder Soolquellen finden sich im genauen Zusammenhange mit den Steinsalzlageren, denen sie ihre Entstehung verdanken, denn in mehreren Fällen hat man da, wo sich Salzquellen finden und auf Salz benutzt werden, durch Bohren mit dem Erdbohrer das Steinsalzlager gefunden; man hat das Bohrloch mit Röhren ausgefüllt, süßes Wasser hineingeleitet, welches das Steinsalz auflöst, und auf diese Weise eine gesättigte Soole erhalten, die man durch Pumpen zu Tage fördert und versiedet. Es fällt alsdann die sehr kostbare und langwierige Gradirung, d. h. Verdunstung der Wassertheile, weg, indem man die mehr oder weniger arme Soole durch Dornwände tröpfeln läßt.

Fünftes Capitel.

Von der Förderung.

Wenn die Erze, Steinkohlen u. s. w. gewonnen und dem Größten nach geschieden sind, so müssen sie zu Tage gefördert werden, welches nach den Umständen, nach der Localität und oft auch nach der Gewohnheit, auf sehr verschiedene Weise geschieht. Es gibt Gruben, in denen die Förderung auf den Strecken noch auf dem Rücken von Thieren, ja selbst Menschen bewerkstelligt wird; letztere Methode ist die unvortheilhafteste unter allen und auch nach und nach fast gänzlich abgekommen. Gewöhnlich geschieht die Streckenförderung auf Schlitten, Laufkarren, besser aber noch auf vierräderigen Wagen, die im Allgemeinen Hunde genannt werden und sehr verschiedenartig sind. Die Räder laufen entweder auf einer bloßen Bohle ohne oder mit einem Leitnagel, d. h. einer eisernen Stange, die in einem Schließ des Hundegestänges (der Bohle u. s. w.) paßt, oder das Gestänge ist auf beiden Seiten mit Patten versehen, damit die Räder nicht abgleiten, oder die Räder sind mit einem Rande oder einer Scheibe versehen und laufen auf hölzernen, gußeisernen oder geschmiedeten Gestängen (Schienen).

Von Zeit zu Zeit müssen weitere Stellen auf den Strecken und doppelte Gestänge vorgerichtet werden, damit sich die Hunde gegenseitig ausweichen können. In den Steinkohlengruben gebraucht man Hunde oder Förderwagen von weit größern Dimensionen, deren Räder aus Gußeisen bestehen. Manche derselben sind nur Gestelle ohne Kasten und man stellt mit Steinkohlen angefüllte Kasten oder Körbe darauf, die man, wo die Förderung zu Tage durch Schächte stattfindet, unter den Schacht fährt und sie dort an das Seil der Fördermaschine hängt. Dadurch wird das Zerbrechen der Steinkohlenstücke möglichst vermieden. In großen Steinkohlen- und Steinsalzbergwerken, wie in England, Oberschlesien, Galizien, in den Kupfergruben zu Falun, in den Bleigruben zu Alston Moor in Cumberland u. s. w., geschieht die Streckenförderung durch Pferde oder Maulthiere, die oft Jahre lang nicht wieder an das Tageslicht kommen und größere oder mehrere mit einander verbundene Förderwagen ziehen. In andern Bergwerken, wie z. B. zu Worsley in Lancashire, zu Waldenburg und Gleiwitz in Schlesien, zu Clausthal, Freiberg u. s. w. sind Strecken und Stollen schiffbar gemacht, und die Förderung, entweder bis zum Schacht oder zu Tage aus, geschieht auf Rähnen. Endlich gibt es Gruben, in denen die Wagen, besonders auf den schwebenden Strecken und sogenannten Bremsbergen, von Maschinen gezogen werden, die entweder in der Grube selbst oder über Tage stehen und die mit Hilfe von Ketten oder Seilen, die über Rollen laufen, wirken. Selten sind die Förderstrecken länger als 150 bis 200 Fathen. Entfernen sich die Abbaue zu sehr von den vorhandenen Schächten, so ist es gewöhnlich vortheilhafter, einen neuen abzusinken. Zuweilen muß die gewonnene Substanz, um zu einer Hauptförderstrecke zu gelangen, durch keine Schächte aus den Abbauen auf jene gestürzt, oder mittelst Haspeln in denselben aufwärts gefördert, oder durch ein sogenanntes Bremswerk auf schwebenden Strecken herabgelassen werden.

In den meisten Fällen werden die gewonnenen Sub-

stanzen auf den Strecken nicht sogleich zu Tage, sondern nur unter die Schächte oder zu sogenannten Füllörtern, in der Nähe derselben und durch jene zu Tage ausgefördert. Die Füllörter liegen gewöhnlich in verschiedenen Niveaus am Rande der Schächte.

Wenn eine Grube erst aufgenommen ist, oder erst eine geringe Tiefe erreicht hat und der Betrieb noch nicht ausgedehnt ist, so ist es hinreichend, die Förderung mittelst eines einfachen Haspels, der nur von wenigen Menschen bewegt wird, zu betreiben; allein dies Mittel wird bald unzureichend und muß durch stärkere Maschinen ersetzt werden.

Diese bestehen dem Wesentlichen nach aus zwei großen, gerade über dem Schachte hängenden Scheiben, über die zwei Seile oder Ketten weggehen, welche an dem einen Ende eine Tonne, einen Kasten oder Korb tragen und deren andere Enden sich in gegenseitig umgekehrter Richtung um eine horizontale oder vertikale Trommel wickeln, so daß, wenn sich diese bewegt, das eine hinab- und das andere heraufgeht. Der Förder- oder Treibschacht, in welchem die Tonnen auf- und niedergehen, ist immer von dem Kunstschacht, in welchem die Pumpen stehen, und dem Fahrschacht, in welchem man auf- und niedersteigt, durch einen Schachtscheider getrennt. Oft scheidet man auch den Treibschacht in zwei Theile, damit die Tonnen nicht aneinander hängen bleiben können, und damit sie auch nicht an den Gevieren der Schachtzimmerung hängen bleiben, so sind auf diese vertikale Stangen genagelt. Wenn man Tonnen zur Förderung anwendet, so hängt man sie, da sie schwer sind, so in der Mitte auf, daß man sie leicht umstürzen kann. Wenn sie an den Rand, oder die sogenannte Hängebank des Schachtes gelangt sind, so hängt man in einem an ihrem Boden sitzenden Ring einen Haken ein und läßt die Maschine wieder etwas rückwärts gehen, worauf sie sich von selbst ausleeren. In sehr flachen oder donnlägigen Schächten wendet man Kasten an, die mit Rädern versehen sind und auf einem im Liegenden des Schachtes

vorgerichteten Gestänge laufen. Sie werden auf eine ähnliche Weise wie die Tonnen ausgestürzt. Entweder sitzen die Fördergefäße an dem Seile fest, oder sie werden bei jedesmaliger Förderung mit Haken daran gehängt.

Die Trommel oder der Seilkorb wird entweder durch Pferde-, Wasser- oder Dampfkräfte bewegt; erstere Maschine wird ein Pferde-, die zweite ein Wassergöpel oder eine Treib- oder Bremskunst genannt. Wo hinlängliche Wasserkräfte vorhanden sind, geschieht durch diese immer die vortheilhafteste Bewegung der Maschine.

Sechstes Capitel.

Von der Sicherung der Grubenarbeiter und der Grubenbaue.

Die Gruben werden theils in so harten Fels gehauen, daß dieselben dem Drucke des sie nach allen Seiten umgebenden Gebirges nicht weichen; man sagt alsdann: „sie stehen im Festen“, oder „im Ganzen“. Andere Gruben aber sind von minder harten Gesteinen umschlossen, ihre Wände, ihre Decke vermögen dem Drucke des Gebirges nicht zu widerstehen, sie bedürfen künstlicher Unterstützung, und müssen ausgezimmert oder ausgemauert werden, nur so vermag man dieselben zu erhalten und zugleich das Leben der Arbeiter zu sichern. Eine der einfachsten und haltbarsten Zimmerungsweisen für Schachte ist jene, die aus starken, dicht auf einander gelegten und an den Enden ineinander gefügten Stämmen, nach Art des gewöhnlichen Blockhäuserbaues, aufgeführt wird. — Damit größere, in der Tiefe ausgeweitete Räume nicht zusammenbrechen, bleiben einzelne starke Gesteinmassen stehen und dienen als Stützen, so wie in gothischen Hallen gewaltige, vom Boden emporsteigende Pfeiler die Decke tragen. — Wo Grubengebäude regellos geführt werden, wo man unvorsichtig sehr große Räume ausweitet und die nöthigen Pfeiler wegsprengt, auch für Unterstützung

des Ausgehauenen nicht auf andere Weise Sorge trägt, da entstehen nicht selten Einstürze; es bilden sich an der Gebirgsoberfläche mehr oder weniger tiefe und große Höhlungen, Kesseln ähnliche Schlünde, Pingen, wie sie der Bergmann nennt. Eine furchtbare Katastrophe der Art hatte zu Falun in Schweden statt. Die dasigen Kupfergruben gehören zu den ältesten dieses Landes; die frühesten Urkunden reichen bis zur Hälfte des 14. Jahrhunderts, und Sagen gemäß, wie solche beim Volke in Schweden noch fortleben, soll schon zu Salomon's Zeit Kupfer von Falun nach Jerusalem geliefert worden sein. — Ehedem wurde hier der Bergbau höchst unordentlich und in verschwenderischer Art betrieben. Gegen Ende des 17. Jahrhunderts stürzten plötzlich die Felswände am Eingange des Bergwerkes zusammen; das furchtbare Krachen war im Umkreise mehrerer Stunden hörbar. Es entstand eine Tagesöffnung, eine Pinge von solcher Größe, wie man sie bis dahin nicht kannte. Sie hat 1200 Fuß Länge, eine Breite von 600 Fuß und stellenweise reicht der Bruch nahe an 700 Fuß abwärts. Der Anblick ist schauerlich. Man steht, durch Geländer geschützt, am Rande der ungeheuern Gruft, und sieht mit Erstaunen in die weite finstere Tiefe hinab. Dunkel gefärbte, schroff abgebrochene Seitenwände gehen anfangs senkrecht nieder, sodann fallen sie allmählig gegen die Mitte. Hin und wieder zeigen sich Spuren vormaliger Grubengebäude. — Daß bei dem schrecklichen Ereignisse Niemand umgekommen, daß die Grube gerade von Menschen leer gewesen, muß als seltenes Glück betrachtet werden. Der Vorsteher des Werkes soll das Ereigniß geahnet haben. Er befahl, die Arbeiten einzustellen. Allein da mehrere Tage verstrichen, ohne daß etwas Ungewöhnliches eintrat, so versammelten sich die für den Augenblick brodlosen Bergleute, entschieden, ihr gewohntes Geschäft fortzusetzen, mit ihren Geräthschaften versehen, an Ort und Stelle, um einzufahren, da wankte plötzlich der Boden unter ihren Füßen. — Diese große, 1687 entstandene, Pinge wird von Zeit zu Zeit durch Einstürzun-

gen erweitert. — Auch in Peru — wo Bergwerksge-
setze wenig beachtet wurden, wenn die Gewinnsucht der
Grubeneigenthümer ins Spiel kam, — stürzten nicht
weniger Gruben theilweise ein, während andere ganz zu-
sammenbrachen. Solche versunkene Stellen sind weiten
Kratern zu vergleichen. Sehr viele Menschen fanden in
denselben ihr Grab; man kennt einzelne Beispiele, wo
100 Arbeiter zugleich verschüttet wurden.

Wie kühn übrigens das Gewerbe macht, welches Ver-
trauen der Bergmann in Festigkeit und Tragkraft von
ihm durchbrochener Gesteine setzt, wie sicher er sich, bei
gehörig angebrachter Zimmerung und Mauerung, in sei-
nen Tiefen glaubt, davon zeugt nicht nur der Umstand,
daß manche Bergstädte, wie unter andern Freiberg im
Erzgebirge Sachsens, Clausthal und Andreasberg auf
dem Oberharze, von Grubenbauen „unterfahren“ werden
— d. h. es ziehen diese unter ihnen hin — und daß in-
nerhalb der Ringmauern solcher Orte Schachte nieder-
gehen, sondern daß man Städte kennt, wie Schemnitz
und Wieliczka, deren Boden ganz untergraben, ausge-
höhlt ist. Einen der denkwürdigsten Beweise finden wir
ferner in jenem Grubenbaue, der unter dem Meeresbo-
den geführt wird, im submarinischen Bergbau; denn
nicht bloß auf Bergen, in Thälern und in ebenen Land-
strichen versucht der Bergmann sein Glück, manche cum-
berland'sche Steinkohlenwerke, mehrere Zinn- und Kupfer-
gruben in Cornwall werden, auf beträchtliche Weite, un-
ter dem Seeboden betrieben. In der Grube Huel Gock
im cornwall'schen Kirchspiele St. Just — in neuester
Zeit mußte man sie drohender Gefahr halber verlassen —
hatten die Arbeiter stellenweise nur 18 Fuß dicke Fels-
massen zwischen sich und dem Wasser. Bei heiterem Wet-
ter hörten dieselben, auch in den tiefsten Räumen, das
Spiel der Wellen, zur Sturmzeit war das Tosen und
Brüllen des Oceans, das Aneinanderschlagen hin- und
hergeworfener Felsblöcke furchtbar. An einer Stelle, wo
die Erze sehr reich befunden worden, ließen sich die Berg-
leute Unvorsichtigkeit zu Schulden kommen, so daß zwi-

schen Gruben und Meeresboden bloß eine vier Fuß starke Felsendecke blieb. Hier vernahm man das Brausen und Heulen der Wogen in solcher Weise, daß die Arbeiter, den Einbruch der Wasser fürchtend, zu mehreren Malen die Flucht ergriffen. Eine andere cornwall'sche Grube, die Pecant-Mine am Vorgebirge Landsend, welche fortwährend reiche Ausbeute an Zinn- und Kupfererzen gibt, befindet sich der Küste ganz nahe. Ihre Schächte hatten im Jahre 1834 bereits 960 englische Fuß Tiefe erreicht und die von denselben ausgetriebenen Strecken drangen über 900 Fuß unter dem Meeresboden vor. Das seltsamste Unternehmen der Art, was Manche für erdichtet halten dürften, wurde 1778 unfern des Hafens von Penzanze mitten im Meere ausgeführt. Bei sehr niederem Wasser trat ein Porphyrfels, welchen reiche Zinnerzadern durchzogen, aus den Fluten hervor. Die Stelle lag 120 Klaftern vom Ufer. Winde verursachten selbst im Sommer heftige Brandungen, in den Wintermonaten schlug das Meer mit solcher Gewalt über den Felsen hinweg, daß jeder Versuch, hier Erze zu gewinnen, fruchtlos schien. Gegen alle diese Hindernisse unternahm ein Einzelner den Kampf, Thomas Curtis, ein armer Bergmann, dessen Muth und Unternehmungsgeist hohe Achtung verdient. Drei Sommer wendete er an, um einen Schacht niederzuschlagen. Nur zwei Stunden waren täglich zur Arbeit geeignet, und jedes Mal, wenn das Werk von Neuem begonnen wurde, fand sich die Grube voll Wasser, welches ausgeschöpft werden mußte. Curtis umgab seinen Schacht mit einem 20 Fuß hohen Bretteraufsatz, der durch starke Eisenstäbe gestützt und für Wasser undurchdringlich gemacht wurde; nun konnten weder Brandungen, noch die mitunter zu 18 Fuß Höhe ansteigenden Fluten ihm etwas anhaben. Eine Holzbrücke wurde errichtet, zur Verbindung des Felsens mit dem Ufer. Längere Zeit gab dieses Werk, wie man früher fein ähnliches in Cornwall gekannt, beträchtliche Ausbeute. Die Zinnerzlagerstätte war nicht erschöpft, als ein amerikanisches Schiff, das sich von seinen Anker-

tauen losriß, gegen Gebäude und Maschinerie geschleudert wurde. Alles versank in den Abgrund. — — Nicht undenkbar ist, daß submarinische Gruben, in sehr ferner Zukunft, wenn einst die Erzlagerstätten des festen Landes mehr oder weniger erschöpft sein sollten, eine neue Epoche in der Geschichte des Bergwesens bilden können, daß man sich den Tiefen unterhalb des Oceans zuwenden werde, um Metallschätze nachzugraben.

Aber es gibt noch andere Schwierigkeiten, die der Bergmann zu überwinden, und Gefahren, welche er zu bekämpfen hat, so daß man wohl sagen kann, er liege mit sämtlichen Elementen im Streite. Daher auch das in Wahrheit Bedeutungsvolle des bergmännischen Grußes, des frommen Wunsches: Glück auf! der so weit reichen dürfte, als man deutsch redet.

Vor Allem müssen wir der bösen Wetter gedenken. Der Bergmann bezeichnet nämlich die unterirdische, die Grubenluft, im Allgemeinen mit dem Ausdrucke Wetter. Er spricht von guten und bösen Wetter, und versteht unter letztern solche, die das Athmen erschweren, bei denen kein Licht brennen kann, die in nicht seltenen Fällen Gesundheit und Leben rauben. Meist wird die Grubenluft dichter, wärmer als die Tagatmosphäre gefunden; sie bewirkt in der Regel stärkeren Blutandrang nach Herz und Kopf. Durch Mangel nöthiger Luftcirculation entstehen jene Wetter, welche der Bergmann matte nennt. Sie sind theils warme, theils kalte. Erstere werden häufig und wohl auf allen tiefen Gruben getroffen, diese, die kalten, gehören nur sehr hoch liegenden Orten an, besonders solchen Bergwerken, wo das Gebirgsgehänge durch Gletscher überdeckt ist. Kommt man beim Befahren von Gruben in die Nähe des aufliegenden Eises, so brennen die Lichter schlecht, wie in warmen matten Wetter, aber man empfindet keine besondern Beängstigungen, es bricht nicht sogleich heftiger Schweiß hervor; in kalten matten Wetter glaubt der Arbeiter in den ersten Augenblicken gute reine Luft zu athmen, bald fühlt er jedoch Abnehmen der Kräfte,

Magendrücken, Frost, auch stellt sich in der Regel Erbrechen ein. Ein längeres Verweilen kann sehr gefährlich werden. Manche Wetter, die sogenannten schlagenden, entzündeten sich an der Flamme des Geleuchtes und rufen die furchtbarsten Explosionen hervor.

Vielen Steinkohlengruben und gewissen Steinsalzbergwerken ist das Phänomen eigen. In Steinkohlenablagerungen haben Zersetzung statt; sie liefern den bestimmtesten Beweis für die Fortdauer chemischer Prozesse, für anhaltendes Entstehen dieser und jener Gasarten in den Tiefen. Es gehen Zersetzungen der Kohlen und der sie begleitenden bituminösen Felsarten vor sich, wobei zumal Eisenkiese eine wichtige Rolle spielen. Die „schlagenden Wetter“, die „feurigen Schwaden“ der Bergleute — Blowers in Nordengland, Grisou in gewissen Gegenden von Frankreich — bestehen vorzüglich aus Kohlenwasserstoffgas. Es dringt in größern oder geringern Quantitäten aus Kohlenlagern hervor, und kann in Gruben außerordentlich gefährlich werden. Kommt das Gas mit atmosphärischer Luft in Berührung und mengt sich damit, so erfolgen mehr und weniger heftige Detonationen. Nur um von der furchtbaren Heftigkeit solcher Explosionen einen Begriff zu geben, erwähne ich hier einer Thatsache, welche sich während des Jahres 1817 unfern Lyon zutrug. In einer der Steinkohlengruben hatten die schlagenden Wetter sich sehr angehäuft. Sie fingen am Lichte eines Bergmannes, den man in der Tonne hinabließ, Feuer. Alle Gegenstände, welche sich im Schachte und unmittelbar über demselben befanden, Holzwerk, Tonne, Seil, wurden im Augenblicke zu sehr großen Höhen in die Luft geschleudert und weit umher gestreut. Ein Arbeiter, der an der Schachtöffnung stand, fühlte sich gewaltsam aufgehoben, und, als würde er aus einem Mörser abgeschossen, fuhr derselbe 300 Fuß weit, fiel jedoch, ohne Schaden zu nehmen, auf morastigem Wiesengrunde nieder. Der unglückliche Bergmann, welcher sich im Mittelpunkte der Explosion befunden hatte, starb an seinen Wunden. — In der sZlatinaer Stein-

salzgrube, im marmaroscher Comitatus in Ungarn, ungefähr 270 Fuß unter Tag, entwickelt sich Kohlenwasserstoffgas aus Spalten einer Schicht thonigen Mergels, die zwischen Steinsalzbänken eingeschlossen ist. Man kannte das Phänomen bereits in den 70er Jahren des 18. Jahrhunderts. Offenbar beruht dasselbe auf den nämlichen unterirdischen Ursachen, die ich bereits angegeben habe; der Salzstock nimmt seine Stelle über einer Steinkohlenablagerung ein. Wie in Fredonia das Gas zur Erleuchtung des Dorfes dient, so benutzt man dasselbe zu Szlatina, um die tiefsten Grubenräume zu beleuchten. Ich muß dieser Thatsache noch eine andere von nicht geringerem Interesse beifügen. Aus einem verlassenem Schachte auf der Saline Gottesgabe bei Rheine, in preussisch Westphalen — die Grube führt aus alter Zeit her den Namen Geistschacht — strömt Kohlenwasserstoffgas in solcher Menge hervor, daß es zu ökonomischen Zwecken verwendet werden kann. Man leitet dasselbe durch mit einem Hahne verschlossene Röhren. Wird der Hahn während 24 Stunden nicht geöffnet, so dringt das Gas sehr gewaltsam und mit großem Geräusche hervor. Es bildet alsdann eine 10 bis 15 Fuß hohe cylindrische Feuersäule von anderthalb Fuß Durchmesser, und von so starkem Lichte, daß gewöhnliche Druckschrift in mehr als 60 Schritten Entfernung lesbar ist.

Der berühmte, den Wissenschaften durch einen zu frühzeitigen Tod entzogene, englische Chemiker, Humphry Davy, ist der Erfinder einer Lampe, mit welcher man ganz sicher Gruben, in denen schlagende Wetter vorhanden sind, befahren und darin arbeiten kann. Man nennt diese im allgemeinen Gebrauch stehende Lampe die Sicherheitslampe. Auf dem Ölbehälter der Lampe und über der Flamme derselben ist nämlich ein Cylinder befestigt, der aus sehr feiner Drahtgaze besteht, die ungefähr 800 Öffnungen auf 1 Quadratzoll hat. Bringt man nun die brennende Lampe in eine Atmosphäre von schlagenden Wettern, so vergrößert sich die Flamme und er-

füllt wohl den ganzen Cylinder, allein die Luft außerhalb des Gazecylinders wird nicht entzündet.

Auch gewisse Erze bedrohen durch ihre Ausdünstungen die Gesundheit der Bergleute. Quecksilberminen unter andern üben den nachtheiligsten Einfluß. So weiß man, daß die Arbeiter in den Gruben von Almaden in Spanien mit furchtbaren Krankheiten zu kämpfen haben, nicht wenige sterben frühzeitig. Die Bergleute in den berühmten Quecksilberwerken von Huanca-Belica in Peru leiden meist an Convulsionen; aber demungeachtet werden diese Opfer unersättlicher Habsucht entkleidet in den Abgrund getrieben, damit Keiner der rastlosen Wachsamkeit ihrer Tyrannen entschlüpfe.

Nicht minder groß sind Gefahren, welche die aus dem Gestein hervordringenden und durch mannichfaltige Ursachen im Innern der Gruben sich anhäufenden Wasser bringen. Keinesweges vermag man sie immer herauszuheben, zu „gewältigen“, d. h. die Gruben davon zu befreien, indem man die Wasser in geräumige Behältnisse leitet und sodann durch Maschinen aus den Tiefen hervorhebt, oder durch Stollen abführt. Wie stark der Wasserzudrang in manchen Fällen ist, davon liefert eine sehr wichtige Kohlengrube, die zu Eschweilerpumpe, den Beweis. Zufolge 1825 angestellter Messungen, betrug die in 24 Stunden zudringenden Grundwasser 385,623 Kubikfuß. Da nun aus jener Grube im nämlichen Zeitraume ungefähr 2300 Scheffel Kohlen geschafft werden, so verhält sich die Kohlenförderung zur Wasserhaltung wie 1 : 94, d. h. um einen Scheffel Kohlen aus dem erwähnten Grubengebäude an den Tag zu bringen, müssen 94 Kubikfuß Wasser gehoben werden. — Einer der größten Bergbauplane, die man in Sachsen je erfaßte, ist der sogenannte Elbstollen; er würde sämtliche Gruben des freiberger Reviers „lösen“, was so viel sagen will, als den Abzug ihrer Wasser befördern. — Bei Versuchen, in alte mit Wasser erfüllte Baue einzudringen und einen Abfluß zu bewirken, zersprengten die Wasser oft unvermuthet die Felswände, welche man zum Schutze

der Arbeiter stehen ließ; sie strömen in gewaltiger Menge herzu und erreichen die Fliehenden, so daß diese dem Tode nicht entrinnen können. Ohne daß von irgend einer Verwahrlosung die Rede wäre, ist es leider nicht selten unmöglich, jedem Unfall zu begegnen. Wir müssen hier an ein grauenvolles Ereigniß aus neuester Zeit (Januar 1834) erinnern. In der Mitternachtsstunde wurden die Bewohner eines in der Nähe der Kohlengrube Guley bei Aachen gelegenen Hauses durch ein donnerähnliches Getöse aufgeschreckt. Es hatten sich, wie die Untersuchung ergab, in den höheren Gruben, die man seit langen Jahren nicht mehr benutzte, in dem, durch „Abbau“, d. h. Wegnahme, der Kohlen entstandenen leeren Räume ungeheure Wassermengen angesammelt. Sie brachen gewaltsam durch und stürzten mit solcher Schnelligkeit den tiefern Gruben zu, daß von den darin befindlichen 74 Bergleuten nur 11 durch Flucht sich retten konnten, die übrigen fanden, lebendig begraben, eingeschlossen in die Erde, den jammervollsten Tod. Keine Maßregel konnte zu ihrer Sicherung getroffen werden, alle Rettungsversuche blieben ohne Erfolg. — Zuweilen müssen Gruben, die auf sehr ergiebigen Erzlagerstätten bauen, verlassen werden, weil man die Grundwasser nicht gewältigen kann. Dies war unter Anderm der Fall bei mehreren Gruben von ehemaliger großer Wichtigkeit im Erzgebirge Sachsens und namentlich im freiberger Reviere. Vor nicht langen Jahren drangen die Wasser in eine besonders reiche Silbergrube, unfern der kleinen Stadt Thomas caltepec in Mexiko, so mächtig aus der Tiefe empor und stiegen nach und nach so hoch, daß sie zuletzt über den Rand der Grube hinausflossen. — Zu den auffallenden Erscheinungen in den submarinischen Gruben Cornwalls, von denen im Vorhergehenden die Rede gewesen, gehört, daß die salzigen Grundwasser, bei Tiefen von 300 Fuß und darüber unter dem Meeresniveau, oft nur in sehr geringer Menge eindringen, so daß sie leicht hinausgeschafft werden können. Überraschend ist die klare Süßwasserquelle in der Botallackgrube in einer 280 Fuß

tiefen Strecke, mitten zwischen salzigen Wassern. Einbrüchen der See wird durch zweckgemäß angebrachte Zimmerung begegnet, die man mit Theer bestreicht, oder mit schlammigem Torf überdeckt.

Erschütterungen der Erde bringen zuweilen dem Leben der Bergleute Gefahr und richten mehr oder minder beträchtliche Zerstörungen in ihren unterirdischen Bauen an. Besonders heftig waren die Wirkungen des gewaltigen Erdbebens, wobei Valparaiso fast unterging, in den Goldbergwerken El Bronze de Petorca in Chile. Mehrere Arbeiter befanden sich, als die Katastrophe eintrat, in den Gruben, deren Tiefe viele 100 Fuß beträgt. Ihre Lage war furchtbar. Der Berg bebte so heftig, daß die Leitern in Gesenken und Schächten nur mit größter Anstrengung zu ersteigen waren. Von allen Seiten brachen beträchtliche Felsmassen los, jeden Augenblick war das Zusammenstürzen der ganzen Schachtwände zu erwarten, mehrere Bergleute wurden erschlagen oder in Kerker eingeschlossen, aus denen keine Rettung durch menschliche Hülfe möglich war. Einem Arbeiter gelang es, die Mündung des Schachtes zu erreichen; hier war ein solcher Staub, daß er nicht die Hand vor den Augen sehen konnte. Große Felsenstücke stürzten von der Bergseite herab, auf welcher der Knappe stand, er hörte sie kommen, ohne daß er sich hätte umsehen können, wie die Gefahr zu vermeiden sein möchte. — In fast allen Gruben Chiles sah man die schrecklichen Wirkungen jenes Erdbebens.

Außer den Gefahren, mit welchen der Bergmann in Gruben, die in Vorgebirgen, im bergigen und hügeligen Lande betrieben werden, unter der Erde kämpfen muß, hat er, sein Gewerbe in Hochgebirgen ausübend, am Tage der Beschwerlichkeiten gar manche und sehr eigenthümlicher Art zu ertragen. Höhe, Witterung, örtliche Verhältnisse und andere Umstände setzen dem Bergbau in Hochgebirgen Hindernisse entgegen und geben die Arbeiter Gefahren preis, von denen man sich kaum eine Vorstellung machen kann. Zu dem an den erhabensten Stel-

len in Europa betriebenen Bergbau, gehörte der im salzburger Alpenlande, namentlich in der Schlapperebene. Gegenwärtig sind die Merkmale zum großen Theile verschwunden, und da, wo einst muntere Knappen ihr Wesen trieben, wo „Berghäuser“ von grünen Weiden umgeben standen, sieht man mächtige Gletscher. Die Gruben in Mauris liegen ganz in der Gletscherregion; die meisten Stollen münden im krystallreinen, ewigen Eise; das „Zechenhaus“ ist von Gletschern umgeben; auf dem hohen Goldberg geht einer der Stollen über 100 Fuß weit durch reines Gletschereis. — Die Goldzeche — ein Goldbergwerk im tiefsten Hintergrunde der kleinen Fleiß, eines Alpenthales an der Grenze zwischen Salzburg und Kärnthen — dürfte jetzt in Europa unter allen noch im Betrieb stehenden Grubenbauen der höchste sein. In sehr geringer Entfernung findet sich die Halde eines Stollens, welche in der Runde von Gletschern umgeben ist. Der Ort hat 8791 pariser Fuß Höhe über dem Meere. Ein anderer Stollen, der gegenwärtig noch gebraucht wird, liegt, ebenfalls von Gletschern umschlossen, am Fuße einer überhangenden Felswand, in 8434 p. F. Meereshöhe. Unter dem Schutze der Felswand steht das „Berghaus“, eine ärmliche Hütte, die zur Winterzeit von Lawinen verschüttet wird, so daß die Arbeiter genöthigt sind, jeden Frühling ihre Wohnung unter dem Schnee hervorzusuchen. Die Requisiten zum Bergbau werden auf Saumpferden herbeigeschafft, zu welchem Zwecke ein eigener Saumweg besteht. Die Entfernung vom Markte Dellach — wo die Arbeiter wohnen, wenn sie nicht in den Gruben beschäftigt sind — bis zum Berghaus der Goldzeche beträgt sechs Stunden und auf einer vierstündigen Strecke des Weges sind nur zwei Stellen, deren Gesammtlänge etwa $\frac{1}{2}$ Stunde beträgt, wo man sicher vor Lawinen ist. An mehreren Orten weht der Wind so gewaltig, daß die Gehenden sich nicht aufrecht erhalten können, sondern auf Händen und Füßen kriechen müssen. — Vom Zechenhause auf dem hohen Goldberge in Mauris kann man, wenn das Wetter nicht besonders

ungünstig ist, in vier bis fünf Stunden nach dem Marktflecken Rauris gelangen. An einem Tage im Januar 1827, in der Frühe um 8 Uhr, gingen, nach heftigem Schneewetter, 54 Bergknappen mit ihrem Hutmann, alle kräftige Leute, keiner über 40 Jahre alt, vom Berg- hause ab. Sie brachten den ganzen Tag und die folgende Nacht hin, und kamen erst am nächsten Morgen gegen 8 Uhr im Marktflecken an. Zu einem Wege von vier bis fünf Stunden hatten dieselben, indem sie ohne Unterbrechung gingen und beinahe fortwährend von Lawinen bedroht waren, 24 Stunden gebraucht. — Werden Bergleute durch starke Schneefälle in einem Zechen- hause überrascht, so können sie sich zuweilen durch die Schneemasse nicht mehr hindurcharbeiten, und gehen die Lebensmittel aus, so bleibt ihnen nur die schreckliche Wahl, zu verhungern oder rettungslos ihrem Tode unter Lawinen entgegen zu gehen. Ruffeger, der kühne kaiserlich östreichische Bergbeamte, der neuerlich in Oberägypten so reiche Goldlagerstätten gefunden hat, erzählt, nach Sagen, denen bestimmt eine schauerliche Wahrheit zum Grunde liegt, daß in einer Knappenstube 12 Bergleute, die wegen Schnee zurückgeblieben, verhungert seien. Man fand ihre Leichen, als Gletscher schon die Stelle bedeckten, um den Tisch sitzend. — In Gastein und Rauris bestehen Aufzugmaschinen zur Förderung der Erze über Tag. Vermittelt derselben kann man, in der Sommerzeit, vom Thale aus zum Berggebäude hinauffahren. Ein gewaltiges Rad von 50 Fuß Durchmesser bewegt die Maschine. Die Länge des Treibseiles beträgt 4800 Fuß und die senkrechte Höhe, zu welcher man, über schroffe Felswände und tiefe Abgründe, hinaufgezogen wird, 2161 pariser Fuß. Die Auffahrt dauert 20 bis 25 Minuten, während beinahe zwei Stunden erforderlich sind, um zu Fuß die Höhe zu ersteigen; herab fährt man in 8 bis 10 Minuten. Der Wagen zu diesen Fahrten ist sehr einfach. Er besteht aus einem starken Bret auf vier Walzen, die übrige Einrichtung ist die nämliche wie bei Eisenbahnen. Der Geübtheit und Sicherheit der Berg-

werksbeamten vertrauend, entschließen sich zuweilen selbst Frauen aus höheren Ständen zu einer solchen „Fahrt durch die Lüfte“.

Das Letzte, was wir zur Sprache bringen, ist die Tiefe, in welche man eingedrungen. Bei Beurtheilung der durch Bergmannsarbeit erreichten Tiefe hat man vor Allem die Lage der Gruben zu beachten. Nicht selten wird Bergbau in sehr bedeutenden Höhen getrieben. Die Leser mögen sich erinnern, was weiter oben von den Gruben im salzburger Alpenlande gesagt worden. Ferner weiß man, daß auf dem Illimani, in den Cordilleren der Andeskette, die alten Peruaner an Stellen, höher als der Montblanc, Erze gewannen. In Norwegen wurde ehemals jenseits der Grenze ewigen Schnees Bergbau getrieben. Um die Gruben gegen Einsturz zu bewahren, mußte man, da kein Holz zum Auszimmern auf die gewaltige Höhe gebracht werden konnte, ein Mittel eigener Art wählen. Es wurde Wasser in die Gruben gelassen, und als dieses gefroren war, schlug man das Eis bis auf einzelne Pfeiler, die zur Unterstützung stehen blieben, wieder heraus. — Leicht ist einzusehen, daß Gruben, deren Eingänge so hoch liegen — auch wenn dieselben an und für sich eine keineswegs unbedeutende Tiefe haben — dennoch vom Mittelpunkte der Erde sehr fern bleiben müssen. Schächte von einigen 1000 Fuß Tiefe — Teufe in der Bergmanns-sprache — erreichen, wenn sie in erhabenen Gebirgen niedergetrieben werden, selten die Meeresoberfläche und noch weniger senken sie sich unter den Meeresboden hinab. So ist der Schacht, alte Hoffnung Gottes zu Freiberg, im Erzgebirge Sachsens, nur etwas über 100 Fuß unter den Spiegel der Ostsee gekommen; die Grube Samson zu St. Andreasberg auf dem Harze hat eine Tiefe von 2485 Fuß, aber sie reicht nicht viel über 280 Fuß unter das Niveau der Ostsee. — Anders verhält es sich mit Gruben, die in niedrigen Gegenden ausgeweitet wurden. In solchen gelangt man der Erdmitte näher, ob-

wohl auch diese Näherung nicht viel sagen will, denn die größte Tiefe, welche erreicht wurde, jene in den Steinkohlengruben von Valenciennes und Lüttich, beträgt nur 1300 bis 1600 Fuß unter der Meeresoberfläche, folglich etwa den 14,800sten Theil des halben Erddurchmessers. — Der Bergbau wird demnach ein sehr beschränktes Mittel bleiben, um ins Innere der Erde zu gelangen, denn je tiefer man eindringt, desto mehr nimmt in der Regel die Luftverderbnis zu, desto stärker wird der Luftdruck, so daß die Arbeiter nicht mehr athmen können, auch hätte man stellenweise ein solches Andringen der Wasser zu fürchten, daß die kostspieligsten Maschinen sie keineswegs zu entfernen vermöchten. In den Gruben des freiberger Reviers hat man zwar im Allgemeinen die Erfahrung gemacht, daß der unterirdische Wasserzudrang mit der Tiefe abnimmt; allein in vielen andern Gegenden mußten Werke, mit denen man früher in bedeutende Tiefe eingedrungen war, der Wasser wegen wieder verlassen werden. — In solchen unüberwindlichen Hindernissen liegt die Antwort auf die Frage: weshalb nicht längst der Gedanke ausgeführt worden, mit tiefen Schächten niederzugehen, um über die Beschaffenheit des Erdinnern sich näher zu unterrichten. — — Allein selbst bei dieser Beschränktheit ist der Schatz von Erfahrungen, welchen Bergmannsarbeiten geliefert, sehr groß, und ihr Einfluß auf das Vorschreiten der Geologie entschieden. Ich will an das früher Gesagte noch einen Beweis von hoher Wichtigkeit reihen. Ohne Bergbau würde es nie gelungen sein, über einen sehr verwickelten Gegenstand, ich meine das Gesetzmäßige der Wärmeverhältnisse unserer Erde, nähere Aufklärung zu erhalten, und dieser Gegenstand ist von größtem Interesse, indem er den Geist des Menschen der Betrachtung von Dingen zuwendet, welche mit unserer Glückseligkeit in sehr enger Beziehung stehen.

Endlich wird es wohl hier am rechten Orte sein, von den bedeutenden Vortheilen zu reden, welche mehr und

mehr ausgedehnte bergmännische Erfahrungen, namentlich die verbesserten Sprengungsmethoden, in anderer Hinsicht gewährten. Wir wollen bei einigen Beispielen verweilen. Außer dem Bergbau bedient man sich stolpenähnlicher Weiterungen, nur in viel größerem Maßstabe, um lange und beschwerliche Wege über Berge zu vermeiden, oder um unter Flüssen durchzugehen. Es werden unterirdische Straßen künstlich in Fels gehauen und gesprengt. Das Urner- und Urselerloch, einen Durchgang durch den Fuß des Rülchberges, sprengte man 1707 in 11 Monaten durch Granit. Die Länge des Durchgangs betrug 200 Fuß, die Höhe 8 bis 9, die Breite 7 bis 8 Fuß. In neuester Zeit, als die Gotthardstraße fahrbar gemacht wurde, erweiterte man jenen Durchgang bedeutend, er ist nun 16 Fuß hoch und 18 Fuß breit, mithin selbst für Lastwagen vollkommen geräumig. Die prachtvolle Straße über den Simplon — so breit, daß zwei Wagen überall neben einander fahren und selbst entgegenkommenden Wagen bequem ausweichen können, im Anfange dieses Jahrhunderts gebaut, eines der merkwürdigsten Werke der Art — hat viele kolossale unterirdische Durchgänge (Galeries) aufzuweisen. Dasselbe gilt von den übrigen Straßen, welche im kurzen Zeitraume der letzten Jahrzehnde über die höchsten Pässe der schweizer, der savoyischen und der süddeutschen Alpen hinausgeführt worden. Das kunstvolle prächtige Aussehen solcher Straßen wird erhöht durch wilde Bergthäler, an denen sie, allmählig aufsteigend, zu den erhabensten Gebirgsstellen sich hinziehen, durch die, mit unbegreiflicher Kühnheit, über weit gähnende Schlünde führende Brücken und Bogengewölbe. Mitten durch die festesten Felsen, durch ganze Berge hindurch, welche den Weg versperrten, wurden gewölbeartige Gänge gesprengt. Auf der Nordseite des Simplon führt die Straße am Fuße eines Gletschers vorbei, durch zwei, auf der Südseite durch drei Galerien, von denen jene von Gondo, la grande Galérie, bei einer Breite und Höhe von $24\frac{1}{2}$ Fuß, 683 Fuß lang ist. über 1000 Arbeiter hatten hier 18 Mo-

nate lang mit Durchbrechung des Granits zu thun, obwohl sie ohne Unterlaß beschäftigt waren. Die Alpenstraße über das Stilfser- (Stelvio) Joch ist in Höhen geführt, welche keine andere bis dahin erreicht hatte, nämlich 800 pariser Fuß über der Schneegrenze. Mancherlei Schwierigkeiten lagen in der natürlichen Beschaffenheit der Gegend, durch welche die Straße gehen sollte; nicht selten waren breite und tiefe Spalten an einer Seite, an der andern senkrecht emporsteigende sehr hohe Felsen; stellenweise mußte die Straße durch mächtige Mauern gestützt werden, und gemauerte Galerien dienen als Lavinenableiter. Im rheinpreussischen Uhrthale hat man (1834) zur Verbindung der neuen Straße einen Fels von 432 Fuß Breite durchbrochen; die stollenähnliche Durchfahrt mißt 16 Fuß Höhe auf 20 Fuß Weite. — Auch der bekannte Trollhättakanal in Schweden, den man stellenweise mitten durch Felsen hindurchgeführt, die mit Pulver gesprengt wurden, und der vielbesprochene Tunnel in London, die Fahrstraße, welche man unter der Themse hin zu leiten begonnen hat, sind Unternehmungen, in den Bereich des Bergbaues gehörend. Das prächtige „neue Thor“ zu Salzburg, ein erhabenes Gewölbe, ist durch die senkrecht, einer Mauer gleich, groß und kühn emporsteigende Nagelflue des Mönchberges — ein merkwürdiges Trümmergestein, — hindurchgebrochen. Diese Halle, durch welche die Hauptstraße führt, mißt 415 Fuß Länge, 59 Fuß Höhe und 22 Fuß Breite. In zwei Jahren war die Arbeit vollendet.

Wo Ströme plötzlich zwischen hohe jähe Ufer sich drängen, da werden hervorragende Felsenriffe oft sehr verderblich für Schiffende. So erwähnt die älteste rheinische Geschichte des „Binger-Loches“, wo der mächtige Fluß mit reißender Geschwindigkeit zwischen Klippen brausend fortstürzt, und der „Donau-Strudel“ war lange Zeit hindurch der Schrecken Aller, welche diesen Strom befuhren. Bei Bingen begann schon unter den Römern die Arbeit zur Erleichterung der Schifffahrt. Franzosen

und Schweden versuchten im 17. Jahrhundert die Gewalt des Pulvers an den Felsen. Aber die Natur schien dem Unternehmen Grenzen gesetzt zu haben, und erst 1833 gelang es, nach dreijähriger Arbeit, die Schwierigkeiten zu überwinden und durch glücklich geleitete Sprengungen die Fahrbahn hinreichend zu erweitern. Jene gefährvolle Stelle in der Donau kann längst mit aller Sicherheit durchschiffet werden. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts wurden die granitischen Felsenklippen gesprengt.

Zweiter Abschnitt.

M e t a l l u r g i e *).

Die Erklärung von Metallurgie in Hüttenkunde gaben wir schon vorn in der Einleitung zu dieser Abtheilung, wegen der Eigenschaften der Metalle verweisen wir auf die vorhergehende Abtheilung, auf die Anleitung zum Studium der Chemie. In diesem Abschnitte handeln wir daher von der Aufbereitung und Zugutemachung der Erze im Allgemeinen, von den Gebläsen und dann von dem Ausbringen der einzelnen Metalle.

*) Bei diesem Abschnitte sind hauptsächlich benutzt: Schubarth's Element. der technischen Chemie. 2. Aufl. Berlin, 1835, und Karmarsch's mechanische Technologie. I. Hannover 1837.

Erstes Capitel.

Von der Aufbereitung der Erze und von der
Zugutemachung derselben im Allgemeinen.

Die Erze finden sich in den Erzlagerstätten selten in der Reinheit, daß man dieselben ohne alle Vorbereitung dem Zugutemachen unterwerfen könnte, theils sind sie mit den Erzen anderer Metalle vermengt, theils durch die Gebirgsart verunreinigt, in welcher die Erzlagerstätte befindlich ist. Beide Verunreinigungen sind der Benutzung eines Erzes hinderlich; die erstere, weil oft das Erz eines Metalls dem Ausbringen eines andern nachtheilig ist, letzteres verunreinigt oder eine ganz andere Behandlung verlangt als das andere; die letztere, weil sie ein großes Aufwandwerk herbeiführt, wodurch die Kosten des Ausbringens jedenfalls sehr erhöht werden.

Der Zweck des Aufbereitens ist nun, eine mehr oder minder vollständige Trennung des Erzes von den beigemengten fremden Materien durch mechanische Mittel zu erreichen. Allein nie ist eine absolut vollständige Trennung zu erreichen, sowohl mehrerer Erze von einander, denn man erhält immer nur Erzgemenge, in denen bald das eine, bald das andere Erz vorwaltet, als auch der Erze von dem tauben Gestein, um so mehr, als der Erzverlust bei der Aufbereitung um so größer wird, je vollständiger man die Trennung zu bewerkstelligen sucht. Man ist dadurch genöthigt, den Erzgehalt nur bis zu einem gewissen Grade zu concentriren. — Man nennt ein Erz derb, wenn es sich in einer so zusammenhängenden Masse in dem Gebirgsgestein befindet, daß es sich ohne große Schwierigkeit mit dem Hammer davon trennen läßt; grob eingesprengt heißt es, wenn die Trennung durch das Verwachsenen mit dem Gestein schwieriger wird; endlich fein eingesprengt, wenn das Erz noch feiner zertheilt im Gestein eingestreut ist.

Die Aufbereitung geschieht entweder nur durch Menschenhände (trockene Aufbereitung) oder durch

Maschinen (künstliche, nasse Aufbereitung). Durch erstere erreicht man eine Absonderung des Erzes vom Gestein fast ohne allen Erzverlust, wogegen die letztere nie ohne einen solchen bewirkt werden kann. Jedenfalls muß der letztern stets die erstere vorangehen, sie soll nur Das vollenden, was durch die trockene Aufbereitung nicht mehr ausgeführt werden kann. — Zur trockenen Aufbereitung wird erfordert, daß das Erz derb oder wenigstens sehr grob eingesprengt sei, weil sonst eine Trennung nicht mehr möglich ist, welche aber durch die nasse Aufbereitung innerhalb gewisser Grenzen noch erreicht, durch welche der Erzgehalt in der Gebirgsart mehr concentrirt, das Erz dadurch schmelzwürdig gemacht werden kann. Allein es geht dabei eine sehr bedeutende Menge Erz verloren, so daß es oft besser ist, sie bei kostbaren Metallen zu beschränken oder zu unterlassen.

Alle auf der Erzlagerstätte in der Grube gewonnenen Massen theilt man ein in Wände und Grubenklein, letzteres, welches mit Fetten, Schmutz zc. überzogen ist, muß einer Reinigung (Abblättern) unterworfen werden. Die Wände werden schon in der Grube einer Aufbereitung durch Zerschlagen und Ausfortiren unterworfen, die Gänge werden zu Tage geschafft, die tauben Berge bleiben in der Grube zurück. Die Aufbereitung der Gänge über Tage beginnt mit dem Aufschlagen mittelst Fäusteln, welches an den Förderungspunkten geschieht; die so erhaltenen Scheidegänge werden dann dem Scheiden unterworfen. Diese Operation hat durch Anwendung des Wassers durch das sogenannte Siebsetzen bedeutend gewonnen. Das Scheiden geschieht in den Scheidestuben auf Bänken von Knaben, welche die Erze weiter zerkleinern und in verschiedene Sorten, Proben, sondern, und die Berge davon trennen. Die erste Probe Erz, das reiche, gute Erz, wird erst gekörnt, ehe es an die Hütte abgegeben wird; dies geschieht unter dem Trockenpochwerk. Die zweite Probe, Sechwerkprobe, Erz, welches noch zu reich ist, um es der nassen Aufbereitung zu unterwerfen, wird ebenfalls zerkleinert, gesiebt und

dann durch Siebsegen geschieden, wodurch noch ein Theil reiches Erz gewonnen wird. Die dritte Probe, Pocherz, welches der nassen Aufbereitung anheimfällt; die vierte, Scheidemehl, geht theils an die Hütte, theils an die Siebsegarbeit.

Der Zweck des Siebsegens ist eine Absonderung des tauben Gesteins, der minder reichhaltigen und für die nasse Aufbereitung geeigneten Pochgänge, und des reichen Erzes in dem Haufwerk, welches beim Reinscheiden und der Abläuterarbeit des Grubenkleins erhalten wird, Graupenerz, Sezgraupen, und wegen der zu geringen Größe des Kornes zum Reinscheiden nicht mehr anwendbar oder zu arm ist, um direct an die Hütte abgeliefert zu werden. Die vorzüglichste Bedingung zum Gelingen der Arbeit ist gleiche Größe des Kornes, deshalb wird das zu segende Haufwerk vorher noch zerkleinert und dann gesiebt. Zum Zerkleinern des Sezwerks wendet man theils ein Trockenpochwerk an, auch wohl ein Raßpochwerk (Erzmühlen), theils und am zweckmäßigsten ein Quetschwerk, ein oder mehrere Paar horizontal neben einander gelagerte gußeiserne canellirte Walzen. Das Sezwerk wird hierauf sorgfältig gesiebt und von anhängendem Schlamm durch Abwaschen gereinigt, das Durchlassen, wobei man aus der Trübe mittelst Sumpfen noch einen Antheil Erzmehl erhält.

Das Siebsegen wird durch Menschenhände auf Sezsieben vollbracht; der Zweck desselben ist eine Veränderung der relativen Lage der Körner auf dem Sieb, weshalb dasselbe von unten nach oben in eine stoßende Bewegung versetzt wird. Die Siebe befinden sich in Fässern mit Wasser, Sezfässern, und sind an Balanciers mit Gegengewichten angehängt; ein Schwanken derselben beim Auf- und Niederbewegen ist durch in den Fässern angebrachte Leitungen verhütet. Durch eine Zahl hinter einander folgender kurzer oder starker Stöße wird nun das Gemengsel im Wasser in Bewegung gesetzt, wodurch sich die Erztheile nach ihrem specifischen Gewicht zu unterst, das Gestein, welches nur sehr wenig Erz

enthält, und die tauben Berge oben lagenweis abscheiden; man nimmt alsdann mit einem Blech die Schichten ab. Während der Bewegung fallen durch die Maschen des Siebes kleine Erzpartickelchen, vermengt mit Bergart, und bilden mit dem Wasser der Fässer eine Trübe, aus welcher sich das sogenannte Faßerz, Faßvorrath absetzt, welches auf dem Durchlassen gespült wird. — In der neuesten Zeit hat man Siebseßmaschinen ausgeführt, welche durch die Pochradwelle bewegt werden

Das fein eingesprengte Erz, welches schon bei der Scheidearbeit als für die Sezarbeit zu arm erkannt wurde, die bei letzter erhaltenen armen Abhübe, heißen insgesamt Pochgänge und bilden das Material für die nasse Aufbereitung. Der Zweck derselben ist, die Trennung des Erzes von der Gebirgsart mittelst Zerstampfen der Pochgänge und Abschleimmen eines Theils des tauben Gesteins durch Wasser. Hierbei ist Hauptsache, das Pochwerk in einer möglichst gleichen Größe des Kornes darzustellen und die Pochgänge nicht feiner zu verpochen, als die Größe des Kornes des eingesprengten Erzes es durchaus erfordert. Da es aber unmöglich ist, das Pocherz durchweg zu gleicher Größe des Kornes zu zerkleinern, so sucht man die Absonderung der ungleichen Körner dadurch zu bewerkstelligen, daß man die Trüben durch ein System von Gerinnen und Sümpfen leitet, in denen sich jene nach ihrem absoluten Gewichte früher oder später absetzen. Ein solches System heißt die Mehlführung. Die Concentrirung des Erzes in dem Mehl läßt sich nicht ohne einen bedeutenden Verlust an Erztheilchen bewerkstelligen, welche vom Wasser gleichzeitig mit den tauben Theilen fortgeführt werden.

Das Zerkleinern geschieht in Pochwerken durch Pochstempel, welche auf bestimmte Höhen gehoben, frei in einer Leitung herabfallen und durch das Moment ihrer Bewegung die Pochgänge zertrümmern. Der Pochstempel ist unten mit Eisen beschlagen, wiegt etwa $2\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Centner und wird von dem Daumen der Pochwelle gehoben; je 3 und 3 bilden einen Satz. Der

Pochtrog ist von Holz, in ihn fließt stetig Wasser zu, an beiden langen Seiten sind Austragetafeln angebracht, über welche die Pochtrübe abfließen kann, die zu beiden Seiten des Trogs in die Pochgerinne fällt, von wo aus sie der Mehlführung zugeleitet wird. Die Pochsohle ist entweder von Eisen oder aus quarzigen Pochgängen festgestampft. Das Austragen des Pochmehls geschieht am besten durch Gatter, die aus eisernen Stäbchen gebildet sind, welche etwa $\frac{3}{8}$ Zoll von einander entfernt stehen. (Man unterscheidet ein feines, zähes, und ein gröberes, rösches Korn.)

Die Mehlführung besteht aus mehreren Behältern, Gräben oder Gerinnen, in denen sich die Erzmehle aus der Pochtrübe absetzen sollen, und zwar in den dem Pochtrog zunächst liegenden das specifisch schwerere, an Erz reichere, rösche, in den darauf folgenden das minder rösche, in den entferntesten Sümpfen das leichteste, feinste, nebst dem Schlamme. Lange, verhältnißmäßig breite Gräben mit horizontalen Boden und Querhölzchen bedingen einen langsameren Abfluß der Trübe, der jedoch nie zu sehr vermindert werden muß, damit die feinen und schlammigen Theile nicht in den Gräben, sondern in den breiten Sümpfen zuletzt zum Absetzen kommen. Die in den Behältern aufgesammelten Niederschläge erhalten besondere Namen, die in verschiedenen Ländern verschieden sind.

Die Concentration des Pochmehls ist nun die letzte Operation. Die Behälter der Mehlführung enthalten nämlich taube Gebirgsart in größern und reine Erztheilchen in kleinern Körnern, weil sich die Körner nicht nach Maßgabe ihres specifischen Gewichts allein absetzen können, sondern weil sie auch dem Stöße der fortrinnenden Trübe ausgesetzt sind, durch welchen die leichtern Theilchen an sich weiter fortgeführt werden, als die absolut schwereren. Bei allen noch so verschiedenen Verfahrensarten zur Concentration liegt das Princip zum Grunde: den Stoß des fließenden Wassers zu benutzen, die leichteren von den schwereren abzuschlemmen.

Man kann die zur Concentration angewendeten Vorrichtungen eintheilen in unbewegliche und bewegliche Herde; die erstern umfassen die Schlemmgra- ben oder Schlemmherde, Kehrherde oder Schlauchherde, Planherde, die letztern die sogen. Stoßherde und Sichertröge. Die concentrirten Pochmehle, welche an die Hütte abgeliefert werden, heißen Schlieche, die Abgänge, welche das Wasser fortführt, die Herdflut, und wenn letztere nicht weiter zur Benutzung kommt, After. Die einzelnen Theile eines jeden Herdes sind: der Wasserkasten, die Bühne, welche das ausgeschlagene Pochmehl aufnimmt, aus welcher es auf den Herd niedergeschlemmt wird, und der Herd selbst, eine geneigte Ebene, von Bretern gefertigt. Bei einigen läßt man ganz allein den Stoß des Wassers wirken, bei andern streicht man das bis zu einer gewissen Länge des Herds niedergeschlemmte Mehl mit einem Bretchen, Riste, dem Strom des Wassers wiederholend entgegen, Kehrherde. Man bedient sich der Schlemmherde zum Verarbeiten der Mehle von röschern Korn und der Kehrherde für die Concentration der zähern; beiderlei Arbeiten werden auf dem Oberharze sehr vollkommen ausgeführt. Planherde sind jetzt fast überall außer Gebrauch.

Die Stoßherde sind an Ketten oder Stangen aufgehängte Ebenen, auf welchen der Stoß des Wassers durch einen Stoß gegen die Stirn der Ebene unterstützt wird. Die Sichertröge unterscheiden sich von den erstern nur durch kleinere Dimensionen und durch den stärkeren Stoß, den sie erleiden; ihre Anwendung ist sehr beschränkt, während der Stoßherd eine sehr allgemeine Anwendung findet. Sie sind aber ganz unbrauchbar, wenn durch lefftige und schmandige Gemengtheile ein starkes Anhängen der Körnchen an der Fläche der beweglichen Ebene bewirkt wird. Die Wirksamkeit der beweglichen Herde beruht auf dem Beharrungsvermögen der Materie; während der vorwärtsschreitenden Bewegung des Herdes wird den Körnchen die durch den Anstoß ver-

ursachte Geschwindigkeit nicht alsbald mitgetheilt, sondern erst wenn sie sich niedergesenkt haben, allein dann tritt die Ebene ihre rückgängige Bewegung an, welche, den Körnchen mitgetheilt, verursacht, daß sich die letztern, vermöge des Beharrungsvermögens, mehr nach dem Stirnende hin ansammeln, während der Wasserstrom die leichtern Theilchen weiter forttreibt. Die Stoßherde verdienen vor allen festliegenden Herden bei der Concentration eines nicht zu zähen und möglichst gleichkörnigen Pochmehls den Vorzug, und keine Erfindung ist für die nasse Aufbereitung wichtiger geworden, als die der beweglichen Herde, obschon sie eine Wasserkraft erfordern.

Die an die Schmelzhütten abgelieferten Erze und Schlieche werden, bevor sie zugutegemacht werden, einer eigenen Vorbereitung bei erhöhter Temperatur unterworfen, welche man das Rosten nennt. Man kann diese Vorarbeiten eintheilen in solche, bei denen ein Luftzutritt nicht wesentlich nöthig ist, Brennen, und in andere, die ohne Luftzutritt nicht erfolgen können, Rosten (Braten). Bei Eisenerzen, welche nicht aufbereitet werden, bei denen aber doch eine Zerkleinerung behufs des Verarbeitens in Schmelzöfen nöthig wird, soll das Brennen bloß ein Mürbemachen der großen Stücke bezwecken, wobei auch Wasser und Kohlensäure verflüchtigt werden. Bei dem Rosten ist eine Verflüchtigung des Schwefels (Arseniks, Spießglanzes) die Aufgabe, und, indem dann die atmosphärische Luft bei erhöhter Temperatur einwirkt, oxydirt sich die Verbindung und nach Maßgabe der Metalle sind dann die Producte, welche sich bilden, verschieden. Verschiedenheit der Temperatur, so wie das Verhalten der sich bildenden neuen Verbindungen zu den noch nicht zersetzten Erzen bedingen wesentliche Modificationen des Rostprocesses. Es bilden sich bei niederer Temperatur schwefelsaure Metallsalze, die bei gesteigerter Hitze sich entmischen, wobei schwefligsaures Gas entweicht und Metalloxyde zurückbleiben, welche bei der darauf folgenden Zugutemachung Metalle liefern. Bei der Röstung in Haufen ist die Bildung schwefelsaurer Salze nicht zu

vermeiden, weil es unmöglich ist, eine gleichmäßig erhöhte Temperatur im ganzen Haufen hervorzubringen; deshalb muß die Röftung mehrmals wiederholt werden, um die gebildeten schwefelsauren Salze zu entmischen. Zuweilen verbindet man mit der Röstarbeit die Gewinnung eines Theils Schwefel, was aber nur beim Schwefelkies möglich wird.

Man röftet entweder in Haufen, d. h. auf einer Unterlage von Brennmaterial (Holz, Reisig, Steinkohlen, Torf), oder man bedient sich zum Rösten der Schacht- oder Flammöfen. Das erstere Verfahren findet entweder in ganz freien Haufen statt, oder man legt den untern Theil des Haufens in eine Vertiefung in die Erde, Grubenröftung, oder man umgibt denselben mit einer Mauer, Stadeln, Roststätten. Der Rost muß mehrmals gewendet, d. h. das Erz muß, wenn der Haufen ausgebrannt, umgelegt und von Neuem geröftet werden. Bituminöse und schwefelkiesreiche Erze entzünden sich beim Rösten und brennen an sich fort, erfordern daher weniger Brennmaterial; man röftet sie im Freien, diejenigen, die wenig Schwefel enthalten, so wie Hüttenproducte, unter leichten Schoppen, um sie vor Regen und starker Abkühlung zu bewahren. In keinem Falle darf beim Rösten ein Zusammensintern oder wohl gar Schmelzen eintreten. Beim Rösten in Gruben und Stadeln findet auf einfache Weise in angelegten Condensationskanälen ein Niederschlag von Schwefel statt.

Ein Rösten in Schachtöfen findet bei denjenigen Erzen statt, die der Einwirkung des Sauerstoffs in erhöhter Temperatur nicht bedürfen, vorzugsweise bei den Eisenerzen. Die Einrichtung derselben ist ganz übereinstimmend mit der der Kalkschachtöfen; man schichtet sowohl das Erz mit dem Brennmaterial, als leitet auch bloß die Flamme des letztern in den mit Erz gefüllten Schacht; im ersten Falle wendet man kleine Coaks, Holzkohlen, an, auch wohl schwefelarme Steinkohlen. Durch angebrachte Ausziehöffnungen wird das gut gebrannte Erz entfernt. — In Flammöfen röftet man besonders

Schliche und sehr fein zertheilte Hüttenproducte, besonders wenn eine vollständige Entfernung des Schwefels bezweckt wird. Flache Gewölbe, niedrige Feuerbrücken, hohe Essen dienen dazu, um den größten Effect des Brennmaterials hervorzubringen. Das Nähere hiervon wird bei den einzelnen Metallen, namentlich beim Blei und Kupfer, gelehrt werden.

Von dem Rösten der Erze ist, als ein Vorbereitungsproceß, noch verschieden das Verwittern und Abliegen an der Luft. Man bezweckt dadurch eine mechanische Absonderung des Letten und Schieferthons von den Erzneren, wie es besonders bei Eisenerzen und Galmei der Fall ist, auch wohl eine Oxydation der erstern und des eingemengten Schwefelkieses, der dann durch den Regen weggenommen wird.

Die Benutzung eines Erzes auf das darin befindliche Metall nennt man das Zugutemachen; das aus dem Erz ausgeschiedene Metall heißt das Ausgebracht. Die Metalle befinden sich in den Erzen entweder regulinisch, oder mit Sauerstoff, mit Säuren, mit Schwefel verbunden. Dieser Verbindungszustand, die Eigenschaften des Metalls, die Menge und Beschaffenheit der Gangart machen es nothwendig, die metallurgischen Operationen auf verschiedene Weise zu modificiren. Als Gangart wird in metallurgischer Hinsicht jede fremde Beimengung des Erzes betrachtet, aus welcher sich das Metall, welches den Gegenstand der Gewinnung ausmacht, nicht darstellen läßt; es kann daher Bergart oder selbst irgend ein anderes Erz sein, welches dem auszubringenden beigelegt ist.

Man kann sämtliche metallurgische Schmelzarbeiten in fünf Abtheilungen bringen: 1) Separationschmelzen, — Ausfaigern, Bildung von Schwefelmetallen, Arsenikmetall, — um dadurch gleichsam ein neues Erz zu bilden, welches das darzustellende Metall in einem mehr concentrirten Zustande enthält, als es im Erze befindlich ist, indem die Bergart durch die Verschlackung abgesondert ist. 2) Das bloße Umschmelzen, z. B. des Roh-

eisens, des silberhaltigen Kupfers mit Blei. 3) Das reducirende Schmelzen. 4) Das oxydirende Schmelzen — Treibarbeit, Eisenfrischen im Flammofen, Puddeln. — 5) Das Niederschlagschmelzen, oder die Zerlegung eines Schwefelmetalls durch ein anderes Metall oder einen andern Körper.

Ein Metall läßt sich nicht immer gleich bei der ersten Operation darstellen, sondern es wird zuweilen beim ersten Prozeß nur als Schwefelmetall, Stein, Lech, oder in Vereinigung mit einem andern Metall gewonnen, und es werden noch mehrere Arbeiten erforderlich, um es rein darzustellen. Ferner entstehen bei den metallurgischen Prozessen Schmelzproducte, die noch einen Theil des Metalls enthalten, und daher zur weitem Benützung verwendet werden müssen, Halb- oder Zwischenproducte, Abgänge; auch wird ein Theil des Erzes oder Metalls durch den Luftstrom fortgeführt, Fluggestübbe, und muß aufgesammelt werden. Einen ganz besondern Theil der Metallurgie bildet die Amalgamation der Silber- und Golderze, wovon bei diesen das Nähere.

Die Öfen, deren man sich zu metallurgischen (und anderweitigen) Zwecken bedient, sind dreierlei Art, Schachtöfen, Flammöfen, Gefäßöfen.

Die Schachtöfen zeichnen sich durch den Schacht aus, einen durch Mauerwerk gebildeten hohlen Raum, in welchem abwechselnde Schichten von Brennmaterial und Erz in demselben Verhältnisse niedersinken, als das erstere durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft verzehrt und das letztere durch die entwickelte Hitze geschmolzen wird. Als Brennmaterial wendet man gewöhnlich die Kohle von Holz und Steinkohlen an; nicht verkohltes Brennmaterial, als Steinkohlen, Torf, Holz, sind nur ausnahmsweise unter Umständen angewendet worden. Die zum Verbrennen der Kohle nöthige Luft wird durch Blasemaschinen dem untern Theile des Schachtes zugeführt; die größte Hitze wird dann nothwendig an der Stelle entwickelt, wo das Verbrennen mit der größten Lebhaftigkeit stattfindet, welches in der Höhe der

Form, d. h. der Einströmöffnung des Windes, der Fall ist, oder unmittelbar über derselben. Von der Form nach oben zu nimmt die Hitze verhältnißmäßig ab, so daß die obersten Schichten am wenigsten stark erhitzt werden. Den Raum unter der Form bis zum tiefsten Punkte des Schachtes nimmt die niedergeschmolzene Masse ein, so daß dort kein Verbrennen, also auch keine Entwicklung von Wärme weiter stattfindet. Hat sich die geschmolzene Masse in solcher Masse angesammelt, daß sie bis zur Formöffnung emporgestiegen ist, so muß sie entfernt werden, wenn nicht etwa dieselbe durch besondere Construction des Ofens von selbst abfließen kann.

Jeder Schachtofen muß wenigstens drei Öffnungen haben; eine, durch welche die Schichten von Brennmaterial und Erz in den Schacht gebracht werden, die Sicht; eine zweite, durch welche die atmosphärische Luft in den Ofen gelangt, die Formöffnung (nicht selten sind deren zwei oder drei bei Eishohöfen vorhanden); die dritte, durch welche die geschmolzene Masse aus dem Ofen entfernt oder abgelassen wird, das Auge, wenn dieselbe offen, der Stich, wenn sie verschlossen ist. Den tiefsten Punkt oder die Grundfläche des Schachtes nennt man den Herd, Tiegel, zuweilen auch den Sumpf.

Die Gestalt der Schächte hat man auf sehr verschiedene Weise abgeändert und es gibt kaum eine Gestalt, welche nicht bereits in Anwendung gestellt worden wäre. Man hat cylindrische, konische, umgekehrt konische, prismatische, pyramidale Schächte gebaut, man hat den Querschnitt in Form eines Kreises, einer Ellipse, eines Quadrats, Rechtecks, eines Achtecks zc. construirt. Auch die Höhe des Schachtes ist mannichfaltig abgeändert worden. Man unterscheidet in dieser Hinsicht Hohöfen, Halbhohöfen und Krummöfen. Der Krummofen hat eine Höhe von 4 bis 5 Fuß, so daß der Arbeiter Erz und Brennmaterial unmittelbar in den Ofen schütten kann. Schwankender ist die Grenze zwischen Hohöfen und Halbhohöfen. Schachtofen, deren Schachthöhe 6, 10 oder 12 Fuß beträgt, werden Halbhohöfen, und

deren Schachthöhe über 12 Fuß mißt, Hohöfen genannt. Die größte Höhe haben die Eisenhohöfen, um die durchs Verbrennen der Kohlen sich entwickelnde Hitze möglichst vollständig zu benutzen. (Bei den zum Verschmelzen der Eisenerze bestimmten Hohöfen unterscheidet man Hohöfen und Blauöfen, wovon beim Eisen das Nähere, so wie auch eine specielle Beschreibung der einzelnen Einrichtungen an den Schachtöfen erst bei den Metallen gegeben werden wird.) Der Schmelzraum in der Nähe der Form leidet durch die Hitze am meisten und muß deshalb gegen das Ausbrennen möglichst geschützt werden, weshalb die Schachtöfen von Zeit zu Zeit niedergeblasen und wieder neu zugestellt werden müssen.

Man bildet den Herd verschiedentlich, je nachdem man die geschmolzene Masse in dem Tiegel oder dem tiefsten Theile des Herdes ansammeln und von Zeit zu Zeit durch die Stichöffnung ablassen oder sogleich aus dem Ofen entfernen will. Bei einer andern Art des Zumachens gibt man dem Tiegel eine solche Lage, daß er zum Theil unter dem Schacht, zum Theil außerhalb des Ofens vor der Vorwand sich befindet, Vorherd. (Man macht einen Unterschied zwischen Schachtöfen mit offener und geschlossener Brust, er läßt sich jedoch nur bei den Ofen zum Eisenschmelzen streng durchführen.) Soll der geschmolzene Inhalt des Ofens abgestochen werden, oder selbst abfließen, so liegt in beiden Fällen vor der Ofenbrust ein Stichherd, Spurtiegel. Zuweilen bringt man zwei Tiegel oder Herde an, damit der eine geleert werden kann, während sich der andere füllt; solche Ofen nennt man Brillenöfen. (Das Specielle, so weit es erforderlich ist, bei der Abhandlung der einzelnen Metalle.)

An die Schachtöfen kann man gewissermaßen die Herde anreihen, Feuerungsanlagen, welche keinen Schacht besitzen, d. h. keinen Kanal über der Formöffnung, aber mit erstern den Schmelzraum gemein haben, in welchem der zu behandelnde Körper mit dem Brennmaterial in Berührung kommt. Sie werden gewöhnlich aus eisernen Platten zusammengesetzt und im Innern ausgekleidet.

Man nennt solche Herde auch wohl Feuer. Hierher gehören auch Herde, welche keine Gebläse haben, wie der Saigerherd. In vielen Ländern sind die Schachtöfen erst aus den Herden entstanden.

Die Flammöfen sind so construirt, daß das zu schmelzende oder reducirende oxydirende Erz, Metall zc. mit dem Brennmaterial nicht in unmittelbare Berührung kommt, sondern bloß der Flamme desselben ausgesetzt ist. Der Flammofen enthält daher zwei von einander gesonderte Räume; der Feuerungsraum, der Raum, in welchem das Brennmaterial verbrannt wird, steht mit dem zu erhitzenden Raum, Arbeitsraum, in einer solchen Verbindung, daß sich die Flamme aus dem erstern in letztern begeben muß. Das Zuströmen der zur Speisung des Feuers nöthigen Luft wird durch einen Rost, bedingt, auf welchem das nicht verkohlte, flammegebende Brennmaterial lagert; unter demselben ist ein Aschenfall angebracht. An dem entgegengesetzten Ende des Ofens ist die Esse angelegt, welche mit dem Arbeitsraume in der Regel durch einen kurzen Kanal, Fuchs, in Verbindung gesetzt ist. Die Fläche, auf welcher der zu schmelzende oder zu bearbeitende Körper im Arbeitsraume liegt, heißt der Herd; derselbe wird mit einem Gewölbe umschlossen, welches gleichzeitig den Arbeits- und Feuerungsraum umfaßt; eine niedrige senkrechte Mauer trennt aber beide Räume, die Brücke.

Jeder Flammofen hat mindestens drei Öffnungen, die eine zum Eintragen des Brennmaterials, das Schürloch, eine zweite, die Einsaßthür, um das zu Bearbeitende auf den Herd zu bringen; letztere ist meist zur Seite des Arbeitsraums, beide sind mit eisernen Schiebethüren versehen; drittens die Fuchsöffnung. Außerdem ist noch in gewissen Fällen eine Stichöffnung, ferner Arbeitsthüren vorhanden (beim Puddelofen, Bleischmelzofen), eine Öffnung für eine Form zc.; eben so fehlt mitunter die Esse, dann entweicht die Flamme durch Öffnungen im Ofengewölbe, oder dem Feuerraume gegenüber (Treiböfen, Spleißöfen). Die Esse ist bei den

Flammöfen ein sehr kostbarer Theil, da dieselbe in gewissen Fällen eine Höhe von 60 Fuß und darüber erreichen muß, und daher einen theuren Fundamentbau erfordert; die Esse muß am obern Ende mit einer Klappe und Zugstange versehen sein. Oft legt man zwei Öfen an eine Esse. — Nach Verschiedenheit des im Arbeitsraume zu bearbeitenden Materials, des Brennmaterials, muß die Construction der einzelnen Räume, des Gewölbes, des Kofes, der Brücke, des Fuchses und der Esse verschieden eingerichtet werden.

Gefäßöfen nennt man endlich solche Öfen, in welchen besondere, aus feuerfestem Thon (Gusseisen) gefertigte Gefäße, Tiegel, Retorten, Muffeln, Röhren sowohl durch Kohlen als auch durch die Flamme eines flammegebenden Brennmaterials erhitzt werden, um in den letztern metallurgische oder sonstige technisch-chemische Operationen zu vollbringen. Von solcher Construction ist der Messingbrennofen, Gußstahl- und überhaupt jeder Tiegelofen, Glasofen, Blaufarbefofen, der Cémentirofen für Stahl, Zinkofen, Schwefeltreib- und Wismuthsaigerofen 2c.

Was nun das Zugutemachen der Erze selbst betrifft, so ist es ein alter Erfahrungsfaß, daß, wenn sie verschmolzen werden sollen, ein Zusatz nöthig ist, um sie leichtflüssiger zu machen, und auch zu verhindern, daß ein Theil des in denselben enthaltenen Metalls verschlackt werde. Man nennt Beschickung, Möllierung, das Gemeng des Erzes oder Hüttenproductes mit den zweckmäßigen Zusätzen. Man nennt diese Zuschläge, auch Flüsse; letztere Benennung erhalten sie in dem Falle, daß die Zusätze nur allein die Schmelzbarkeit des Erzes befördern. Von dem Beschicken unterscheidet sich das Gattiren, welches in einer Mengung von Erzen eines und desselben Metalls besteht, welche theils in ihrem Metallgehalt, theils in Hinsicht auf die Gebirgsart verschieden sind, die sie führen 2c. In letzter Hinsicht erreicht man zuweilen durch die Gattirung eine zweckmäßige Beschickung. Obschon der Hauptzweck der Beschickung die

Beförderung der Schmelzarbeit ist, so leisten doch auch die Zuschläge, wenn auch nicht unmittelbar, doch mittelbar einen Einfluß auf die Reduction der Metalle. Einer der häufigsten und wichtigsten Zuschläge, ohne welchen nur sehr wenige Schmelzungen vorgenommen werden, ist Kalkstein. Man bedient sich desselben nicht um Schwefelmetalle zu verschmelzen, sondern um die den Metalloxyden und Schwefelmetallen beigemengten Erden leichter zu verschlacken (Dolomit); Flußspath, Sandstein oder Geschiebe von quarzigem Gestein, Eisenfrischschlacken, überhaupt leichtflüssige Schlacken.

Es ist eine Thatsache, daß, so leicht auch manche Metalloxyde an sich durch Kohle in der Hitze reducirt werden, dieselben dennoch, wenn sie mit Erden in Verbindung sich befinden, um so schwerer sich reduciren lassen, wenn nicht etwa die Hitze sehr erhöht wird, wodurch jedoch die letztern auch beginnen reducirt zu werden. In solchen Fällen bleibt nichts übrig, als die Verbindung des Metalloxyds mit den Erden zu versetzen und durch Zuschläge das Metalloxyd zu entwickeln, indem letztere an die Stelle des erstern treten und dasselbe gleichsam präcipitiren. Es ist nun die Aufgabe, eine vollständige Reduction des Oxyds bei der möglichst niedrigsten Temperatur zu bedingen. Die Schmelzbarkeit der sich bildenden Schlacke muß daher mit der Reducirbarkeit im Verhältnisse stehen. Schlacken sind Glasmassen, Verbindungen von Kieselsäure mit verschiedenen Basen, sowohl Erden als leichten reducirbaren Metalloxyden, bald leichter, bald schwerer schmelzbar, je nach ihrer Mischung; Mangan-, Eisenoxydul geben im Ueberschuß mit Kieselerde verbunden, leichtflüssige Schlacken, eine solche ist die Eisenfrischschlacke. Eine leichtflüssige Beschaffenheit der Schlacke kann an sich keinen Beweis von dem vollständigen Erfolge der Schmelzbarkeit abgeben, denn es kann der Fall sein, daß sie ihre Leichtflüssigkeit dem Metalloxyd verdankt, dessen Reduction Zweck der Arbeit ist. Anders verhält es sich mit der schwer schmelzbaren, die nur unvollkommen verglast sich zeigt, sie deutet stets

einen großen Metallverlust an, theils weil die Beschickung zu strengflüssig gewählt, theils weil zu starke Erzsätze gegen die Kohlensäze angewendet worden. Die Temperatur entscheidet über den Erfolg der Reduction, und letztere wird bei der einen wie bei der andern Beschickung erfolgen, wenn dieselbe bis zu einem ihr angemessenen Temperaturgrad erhitzt wird. Erden und andere Metallbasen sind ohne Kieselerde ungemein strengflüssig, zum Theil ganz unerschmelzbar, deshalb ist es nothwendig, Kieselerde enthaltende Fossilien als Flüsse zuzuschlagen. Die Erfahrung lehrt ferner, daß die neutralen kiesel-sauren Erden meist leichter schmelzen, als basische und saure kiesel-saure Salze, daß verschiedene mit einander verbundene kiesel-saure Salze in der Regel bei einer geringeren Hitze schmelzen als einfache Silicate.

Bei einigen Schmelzprocessen ist das erste Product der Schmelzung der Erze nicht Metall, sondern Schwefelmetall. Man bedient sich des Schwefels als eines Mittels, das Metall zu sammeln, gewöhnlich des Schwefelkieses, welcher dann einen Theil der Beschickung ausmacht. Der Schwefel ist ein vorzügliches Mittel, die Verschlackung des Metalls zu verhindern und die kleinen Körnchen von reducirtem Metall aufzunehmen. Man nennt die erste Schmelzarbeit, welche man mit den Erzen in der Absicht vornimmt, den ganzen Metallgehalt derselben als Schwefelmetall zu gewinnen, die Roharbeit, das Product Stein, Fech. Der Stein ist als das von der Bergart befreite Erz anzusehen, in welchem fast der ganze Metallgehalt concentrirt sich befindet. In den mehrsten Fällen werden die bei der Roharbeit gefallenen Steine dem Rösten unterworfen, wobei viel Eisen oxydirt wird (das Nähere namentlich beim Blei und Kupfer). Die Steine enthalten oft sehr verschiedene Schwefelungsstufen der Metalle, und zwar solche, die sonst noch nicht isolirt dargestellt worden sind. Der bei der Roharbeit fallende Stein enthält, wenn vorher nicht geröstet worden, das Metall fast mit eben so viel Schwefel verbunden, als das Erz; die später fallenden Steine

hingegen sind niedere Schwefelungsstufen. Speisen nennt man bei den Hüttenprocessen fallende Begirungen von Arsenik oder Spießglanz mit Metallen, in welchen jene den Schwefel ersetzen (Kobaltspeise). Bei einigen Erzen, die viel Arsenik und Antimon enthalten, gewinnt man durchs Schmelzen außer den Schlacken drei Producte, Metall, Speise und Stein, nach ihrem spec. Gewicht über einander abgelagert.

Zweites Capitel.

Von den Gebläsen und den Brennmaterialien.

Die zum Betrieb der Hohöfen, Blauöfen 2c. erforderliche Luft wird durch Gebläse beschafft, Vorrichtungen, welche Luft schöpfen, verdichten und ausströmen machen. Die von ihnen zusammengedrückte Luft wird durch eine Röhrenfahrt durch Düsen in die Formen geleitet, welche selbst im Formstein des Gestells liegen; die Form ist meist aus Kupfer, unten platt, oben gerundet, vorn zugespitzt, der Rüssel; durch die Öffnung in demselben, das Auge, strömt die Luft in den Schmelzraum, Windspernkästen.

Die Gebläsemaschinen waren anfangs lederne Balgen, welche sich aber zu leicht abnutzen und theuer zu stehen kommen. Zu Ende des 16., Anfangs des 17. Jahrhunderts wurden die hölzernen Balgen erfunden und eingeführt; sie sind weit wohlfeiler und länger ausdauernd als erstere. Sie bestehen aus einem hölzernen, keilförmigen oder pyramidalen Kasten, Oberkasten, und aus einem möglichst flachen Kasten, dem Unterkasten, um welchen sich der erstere bewegt, und zwar in einer bogenförmigen Richtung auf und nieder. Die Düse liegt, so wie die Ventilöffnung, im Unterkasten, letztere mit einem gut schließenden Ventil versehen. Um das Entweichen der zusammengepreßten Luft zwischen den Wänden der beiden Kästen zu vermeiden, sind am Unterkasten beweg-

liche hölzerne Leisten angebracht, welche mittelst gegen sie drückender Stahlfedern stetig gegen die Wände des Oberkastens reiben und so der Luft den Austritt versperren. Man pflegt in den Kopf der Balgen vor der Düse ein Auslassventil anzubringen, um beim Aufgehen des Balgens den Rücktritt der Luft zu verhüten, welches stets nachtheilig ist. Man läßt die Balgendüsen nicht gern unmittelbar in die Form legen, sondern vereinigt mehrere Balgen mit einander, indem man durch Windableitungen die verdichtete Luft in einen Windkasten führt und aus diesem ausströmen läßt. Die Balgen sind in einem Gerüste gelagert, der Unterkasten ist gehörig befestigt, der Oberkasten wird durch angebrachte Maschinerie, welche Wasser oder Dampf treibt, niedergedrückt und durch angebrachte Gegengewichte wieder gehoben. Die Düse verbindet man mit dem Windkasten durch einen ledernen Schlauch, wodurch eine sehr nützliche Beweglichkeit derselben gegeben wird. Leider ist bei den hölzernen Balgen wegen des schädlichen Raums, den die beiden Kästen mit einander bilden, ein nicht unbeträchtlicher Windverlust, und die Unterhaltung kostbarer als die der Kasten-Gebläse.

Später kam man auf die Anwendung der Kasten-Gebläse; man befestigte einen senkrechten, hölzernen, viereckigen Kasten, und ließ in demselben einen Kolben sich auf und niederbewegen, in welchem ein Klappenventil angebracht war, um Luft in den Kasten eindringen zu lassen, wenn sich der Kolben vom Boden des Kastens entfernt und dadurch ein luftverdünnter Raum gebildet wird. Die Dichtung des Kolbens wird auf eine ähnliche Art bewirkt, als wie bei den Balgen; die Bewegung desselben geschieht mittelst einer Kolbenstange, welche durch einfachen Mechanismus auf und ab bewegt wird. Diese Art Gebläse verbreitete sich bald ziemlich allgemein. Der Kasten liegt auch wohl horizontal, wie z. B. bei *Baugham's* eisernem Kasten-Gebläse. Um aber den immer nicht unbeträchtlichen Windverlust bei den hölzernen Kasten-Gebläsen zu vermeiden, kamen die Engländer auf den

Gebrauch eiserner Cylindergebläse, seit einigen 40 Jahren sind sie an vielen Orten eingeführt. Jedoch können wir alle diese verschiedenen Gebläse ohne Abbildungen nicht deutlicher beschreiben.

Das sogen. *Wassertrommelgebläse* soll 1640 in Italien erfunden worden sein; es wird in demselben die Luft durch eine herabstürzende Wassersäule zusammengedrückt und zum Ausströmen gebracht; das Wasser, welches durch eine Gutte in den Wasserkasten herabfällt, enthält theils Luft, theils wird sie auch vom Wasser mit fortgerissen; die hierzu gemachten Vorrichtungen sind sehr mannichfaltig. In Gegenden, welche ein natürliches hohes Wassergefälle besitzen und wo kein sehr starkes Gebläse nöthig ist, sind solche Einrichtungen wegen der geringern Anlage und Unterhaltungskosten empfehlenswerth. Daß die Luft hierdurch mit Wasserdampf gesättigt in den Ofen gelangt, ist mehr vortheilhaft, als nachtheilig.

Für alle Gebläse, welche nicht unmittelbar den Wind in den Schmelzraum des Ofens blasen, was wegen des absehenden Stromes nicht zu billigen ist, sind, damit ein steter Windstrom hervorgebracht werde, *Windregulatoren* erforderlich. Dazu sind theils luftdicht gemachte große Räume anwendbar, die durch Gebläse mit Luft gefüllt werden, aus denen dann dieselbe, gleich wie das Wasser aus dem Windkessel einer Feuerspritze, in einem gleichmäßigen Strome ausbläst; man hat auch Einrichtungen, daß die aus dem Gebläse getriebene Luft in einen zweiten weiten Cylinder eintritt, dessen Kolben, durch Gewichte beschwert, niedergedrückt wird und dadurch die Gebläseluft unter gleichen Druck versetzt, oder in ein *Gasometer* eigener Construction, in einen eisernen Kasten, welcher in einem gemauerten wasserdichten Bassin unbeweglich so aufgestellt ist, daß das Wasser innerhalb desselben mit dem äußern ihn umgebenden im Bassin freicomunicirt, wodurch also der Wasserspiegel, wenn Gebläseluft in den Kasten eintritt, in diesem fällt und im Bassin steigt. Die Röhren zum Ein- und Austritt der

Luft in und aus dem Regulator müssen an den entgegengesetzten Enden desselben sich befinden. Man bedient sich bei allen großen Gebläsemaschinen solcher Regulatoren, deren Anlage zwar theurer ist, als die der erstern, deren Unterhaltung aber gar nichts kostet.

Als Brennmaterial bedient man sich für Schmelzöfen theils der Holzkohlen, theils der Coaks, auch der Steinkohlen. Ganz frische Holzkohlen verbrennen leichter, sind also nicht so wirksam als andere, die einige Wochen lang vor Nässe geschützt gelegen haben; untauglich sind aber nasse Kohlen, denn sie verbrauchen einen beträchtlichen Theil der Hitze zum Verdampfen des enthaltenen Wassers. Die Wirkung der Kohlen hängt bei gleichem Volum lediglich von dem Gewichte derselben, also ihrer specifischen Dichtigkeit, ab; die dichtere Kohle verlangt aber auch einen dichtern Wind. In Betreff des Torfs als Brennmaterial für Hohöfen hat sich aus angestellten Versuchen ergeben, daß derselbe die Holzkohlen nicht ersetzen kann, die Kohlenersparung durch Zusatz einer gewissen Menge Torf in keinem Verhältnisse zu den nachtheiligen Folgen steht, die sich besonders bei einer längern Anwendung desselben, vermöge der beträchtlichen Menge Asche, äußern. Zum Verfrischen des Eisens in Herden ist Torf unbrauchbar, dagegen beim Puddlingsfrischen in Flammöfen anwendbar. Torfkohle ist zur Erzielung bloßer Glühhitze für Reck-, Schaufel-, Zainhämmer sehr zu empfehlen, die sich verschlackende Torfasche gibt eine schützende Decke fürs Eisen ab.

Steinkohlen werden beim Umschmelzen des Roheisens, beim Puddeln benutzt, auch wohl zum Ausschweißen des Eisens und Stahls, bei dem Betrieb der Hohöfen, bei gleichzeitiger Anwendung heißer Luft, eben so auch Holz. Meistens bedient man sich der Coaks. Die in Vercoakungsöfen gewonnenen fallen immer dichter und schwerer aus, als die in Meilern erzeugten, weshalb aber auch das Ausbringen dem Raum nach in den Öfen geringer ist als in den Meilern; Ofencoaks sind auch von größerer Wirksamkeit als Meilercoaks. Coaks, welche

viel Asche geben, sind nicht gut zu gebrauchen; ein Aschengehalt von 1 bis 3,5% macht dieselben ohne Unbequemlichkeit anwendbar, mehr Asche bedingt aber Strengflüßigkeit im Ofen.

Holz wird hin und wieder zum Schmelzen der Eisenerze in Hohöfen, häufiger aber zum Umschmelzen und Verfrischen des Roheisens in Flammöfen, in den Schweiß- und Rostöfen u. s. w. angewendet. Wasen oder Reißholz gebraucht man endlich in Rostöfen, Treibherden, zum Rösten in Haufen, Stadeln zc.

Drittes Capitel.

Vom Eisen *).

Der chemische Unterschied zwischen Roheisen, Stahl und Schmiedeeisen beruht wesentlich darin, daß zwar alle drei Verbindungen des reinen (im Großen nicht darzustellenden) Eisens mit Kohlenstoff sind, daß sie aber diese Beimischung in verschiedener Menge enthalten. Der Kohlenstoffgehalt beträgt im Roheisen 3 bis 5½ Procent, im Stahl $\frac{2}{3}$ bis 2½ Procent, im Schmiedeeisen höchstens $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{5}$ Procent, oft viel weniger.

Graues und weißes Roheisen sind weniger durch die Menge ihres Kohlenstoffgehaltes, als durch den Umstand verschieden, daß im weißen aller Kohlenstoff gleichmäßig durch die ganze Masse in chemischer Verbindung vertheilt, dagegen im grauen der größere Theil des Kohlenstoffs, mit wenig Eisen chemisch verbunden, der übrigen Eisenmasse fein beigemengt ist. Je mehr das Roheisen und der Stahl Kohlenstoff enthalten, desto schmelzbarer sind sie. Bei dem Stahle hat die Vermehrung des

*) Wegen der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Eisens und der übrigen Metalle verweisen wir auf die von der Chemie handelnde Abtheilung.

Kohlenstoffgehaltes und der Schmelzbarkeit einen geringeren Grad von Schweißbarkeit zur Begleitung. Im Roheisen und Stahl ist der Kohlenstoff ein wesentlicher Bestandtheil, durch welchen die Eigenschaften des Materials hauptsächlich hervorgebracht werden; im Schmiedeeisen dagegen kann der Kohlenstoff ganz fehlen und dennoch kann das Eisen sehr gut sein. Im Roheisen sind neben dem Kohlenstoffe immer noch mehr oder weniger kleine Beimischungen anderer fremder Substanzen vorhanden, welche aus dem Eisenerze herrühren und die Beschaffenheit des Eisens modificiren. (Schwefel, Phosphor, Mangan, Titan, Chrom, Kupfer, Silicium, Aluminium, Magnium, Calcium.) Im Stahle können ebenfalls einige dieser zufälligen Verunreinigungen vorkommen, jedoch in geringerer Menge. Gutes Schmiedeeisen dagegen soll nur reines Eisen und eine sehr geringe Menge Kohlenstoff enthalten; ein Rückhalt der oben genannten fremden Stoffe ist meist der Güte desselben nachtheilig, wenn er auch so wenig beträgt, daß er nur bei den genauesten chemischen Untersuchungen entdeckt werden kann. — Wenn Eisen der Wirkung einer Säure ausgesetzt wird, so bleibt, indessen das Metall sich auflöst, der Kohlenstoff mit schwarzer Farbe zurück, und ist desto bemerklicher, je größer seine Menge ist. Deshalb erzeugt ein Tropfen Scheidewasser auf Roheisen einen grauschwarzen, auf Stahl einen aschgrauen, auf Schmiedeeisen einen weißgrauen Fleck. Sind (wie dies so gewöhnlich der Fall ist) in Schmiedeeisen oder Stahl Theile von verschiedenem Kohlenstoffgehalte mit einander vermengt, so zeigt die abgefeilte, mit Scheidewasser oder Salzsäure bestrichene und wieder abgewaschene Oberfläche, dieser Mengung gemäß, Streifen oder Flecken von hellerer und dunklerer Farbe, welche bei schlechtem Schmiedeeisen außerordentlich auffallend sind. Man kann hierauf ein Verfahren gründen, um die Güte des Eisens zu prüfen.

Nachdem der wesentliche Unterschied zwischen den drei Arten des Eisens bloß in einer ungleichen Beimischung eines und desselben Körpers (des Kohlenstoffs) gegründet

ist, so kann es nicht überraschen, daß manche Sorten des Schmiedeeisens ziemlich dem Stahle, manche Sorten des Stahls dem Roheisen, und umgekehrt, in ihren Eigenschaften sich nähern, kurz, daß die Grenzlinien zwischen Roheisen, Stahl und Schmiedeeisen sich mehr oder weniger verwischen, und Mittelglieder oder Übergänge gefunden werden, deren wahre Classification einigermaßen zweifelhaft ist. Hiernach ist auch leicht zu begreifen, wie unter geeigneten Umständen eine Art des Eisens in die andere verwandelt werden kann. a) Schmiedeeisen wird zu Stahl durch Aufnahme von Kohlenstoff, indem man dasselbe zwischen Pulver von Kohle oder kohlenstoffhaltigen Körpern (Holzkohle, schwarzgebrannten Knochen, Ochsenklauen oder Pferdehufen, verkohlten Hornspänen oder Lederschnitzeln, Feilspänen von grauem Roheisen, blausaurem Eisenkali) anhaltend glüht, oder in der Glühhitze mit Kohlenwasserstoffgas in Berührung läßt. b) Aus Schmiedeeisen wird Roheisen, wenn man ersteres mit einer genügenden Menge Kohle zum Schmelzen bringt. c) Aus Roheisen bildet sich Schmiedeeisen durch Verlust des Kohlenstoffs, bei längerem Schmelzen in Berührung mit einem Luftstrom und mit Eisenoxyden. In diesem Falle verbrennt der Kohlenstoff auf Kosten des Sauerstoffs der Luft und des Eisenoxydes. d) Das Roheisen verwandelt sich in Stahl, wenn die unter c) bezeichnete Behandlung früh genug unterbrochen wird, um noch einen hinlänglichen Theil des Kohlenstoffs in Verbindung mit dem Eisen zu lassen. e) Selbst wenn Roheisen nur unter Luftzutritt längere Zeit im Flusse erhalten wird leidet es schon eine ähnliche, nur unvollkommnere, Veränderung, wie die unter d) angeführte, indem es einen gewissen Grad von Geschmeidigkeit erhält und dem Stahle einigermaßen ähnlich wird. f) Weißes Roheisen in Berührung mit der Luft geglüht, wird durch Einwirkung des auf der Oberfläche entstehenden Glühspans, welcher den Kohlenstoff zum Theil oxydirt (verbrennt), grau, weich, körnig und weniger spröde, kurz stahlähnlich. g) Stahl nimmt die Eigenschaften des Schmiedeeisens

an, und verliert die Fähigkeit, sich härten zu lassen, wenn er sehr stark oder zu wiederholten Malen geglüht wird. Man sagt dann, der Stahl sei verbrannt, und in der That beruht jene Veränderung auf einer mehr oder minder vollständigen Verbrennung des im Stahle enthaltenen Kohlenstoffs. Diese Erfahrung ist den Eisenarbeitern sehr wohl bekannt, die sich deswegen hüten, den Stahl zu überhizen oder zu oft in das Feuer zu bringen. h) Der Stahl verliert endlich auch Kohlenstoff und wird weicher, überhaupt dem Schmiedeeisen ähnlicher, wenn man ihn zwischen Feilspänen von Schmiedeeisen (welche dabei Kohlenstoff aufnehmen) unter Ausschluß der Luft heftig glüht. Hierauf beruht das Entkohlen der Stahlplatten für den Stahlstich. Solche Platten haben vor Eisenblech den großen Vorzug, daß sie (aus geschmolzenem Stahle, Gußstahl, bereitet) frei von unganzen Stellen sind, und doch eben die Weichheit besitzen können wie Schmiedeeisen.

Das Eisen findet sich in der Natur in sehr vielen Mineralien, aber zur Gewinnung des Metalls können ausschließlich nur diejenigen Eisenerze gebraucht werden, welche das Eisen im oxydirten Zustande enthalten. Diese sind: a) der Magneteisenstein, welcher aus Eisenoxydorydul besteht; b) der Eisenglanz und die verschiedenen Arten des Rotheisensteins, sämtlich aus Eisenoxyd gebildet; c) die Schwarzeisensteine, Brauneisensteine und Gelbeisensteine, dann die Wiesen-, Morast- oder Sumpferze, in welchen allen das Eisen sich als Oxydhydrat befindet; d) der Spatheisenstein, kohlen-saures Eisenoxydul, zu welchem auch der thonige Sphärosiderit (ein Gemenge aus Spatheisenstein und thonigen Mineralien zc.) gerechnet werden kann. Die verschiedenen in diesen Erzen enthaltenen fremden Beimischungen haben wesentlichen Einfluß auf die Beschaffenheit und Güte des gewonnenen Eisens. (S. 1. Abth. Mineralogie.)

Die Ausschmelzung der Erze liefert das Eisen in Verbindung mit Kohlenstoff als Roh- oder Gußeisen.

Aus letzterem wird das Schmiedeeisen dargestellt. Der Stahl wird theils aus Roheisen, theils aus Schmiedeeisen bereitet.

A. Darstellung des Roheisens (Hohofenproceß). — Die bergmännisch gewonnenen Eisenerze werden auf sehr einfache Weise aufbereitet, nämlich bloß durch Handscheidung und Klaubarkeit von den tauben (nicht metallhaltigen) Gesteinstücken oder der Gangart getrennt und in kleinere Stücke zerschlagen, öfters auch, um die Verkleinerung zu bewirken, gepocht. Harte, steinartige Erze werden hierauf in freien Haufen oder zwischen Mauern (in sogenannten Röststadeln), oder in Öfen geröstet, d. h. der Hitze ausgesetzt, theils um die Stücke mürbe zu machen, theils um flüchtige Stoffe (Wasser, Kohlensäure, Schwefel) auszutreiben. Nach dem Rösten werden die Erze abermals mit Handhämmern zerschlagen, oder statt dessen gepocht, auch wohl zwischen gußeisernen Walzen (Quetschwerk) zerdrückt, und dabei die nicht gehörig gerösteten Stücke ausgelesen, die man zu einer neuen Röstung bei Seite legt. Die gerösteten Erze werden mit Holzkohlen, Steinkohlen oder Coaks in dem Hohofen verschmolzen. Dieser ist ein 20 bis 40 Fuß hoher, mit starkem Gemäuer umgebener Schachtofen, dessen innerer Raum (der Kernschacht) die Gestalt zweier mit den Grundflächen an einander gefügten abgestuften Regel hat. Der untere dieser kegelförmigen Räume ist stets bedeutend niedriger als der obere. Die oberste Öffnung des letztern heißt die Gicht. Von der Gicht abwärts erweitert sich der Schacht. Die Gegend, wo die Grundflächen der zwei Regel aneinanderstoßen, und folglich der Kernschacht den größten Durchmesser hat, wird der Kohlen sack genannt. Der schräge Umkreis des Ofenraumes von dem Kohlen sacke abwärts (also der untere von jenen beiden hohen Regeln) heißt die Rast. Von dem untern Ende der Rast an zieht sich der Raum noch mehr zusammen und bildet hier das Gestell, dessen unterster Theil (der Eisenkasten) das geschmolzene Eisen aufnimmt, und mit einem zum Theil

außerhalb des Schachtes befindlichen Raume (dem Vorherde) zusammenhängt, so daß auch in den letztern das Eisen sich verbreitet. Vorn oder außen wird der Vorherd durch den Wallstein begrenzt, in welchem ein Spalt (der Stich, das Stichloch) angebracht wird. Während des Schmelzens ist das Stichloch mit Gestübbe verstopft, und nur um das Eisen abzulassen, wird dasselbe aufgestoßen. In den Raum des Gestelles über dem Eisenkasten führen zwei einander gegenüber befindliche Öffnungen, durch welche von Kasten- oder Cylindergebläsen der Wind in den Ofen geführt wird (die Formen). Der Theil des Gestells über den Formen, bis zum untern Anfange der Kasten heißt das Obergestell, der Theil unter den Formen (bis zur Sohle oder zum Boden des Eisenkastens) das Untergestell. Der Schmelzraum ist die Gegend in der Höhe der Formen, wo die größte Hitze herrscht und die Ausschmelzung des Eisens beendigt wird; die vordere Seite des Gestells, wo der Vorherd sich befindet, führt den Namen der Brust. Das Gestell wird aus feuerfesten, behauenen Sandsteinen aufgesetzt (Steingestell), oder aus feuerfestem Thone gestampft (Massegestell). Der Kernschacht wird ebenfalls aus Sandsteinen, der obere Theil desselben (in welchem die Hitze geringer ist) aus Ziegeln gebildet. Die äußerste Umfassung des Ofens ist das Raughemäuer (der Mantel), welches von Bruchsteinen oder Ziegeln aufgeführt wird und mittelst durchgehender starker Eisenstangen Befestigung erhält. In demselben sind Gewölbe angebracht, welche bis an den Kernschacht zu den Formen (Formgewölbe) und zum Vorherde führen (Arbeitsgewölbe). Das Mauerwerk zwischen Raughemäuer und Kernschacht (der Rauchschaft) läßt Zwischenräume, welche mit schlechten Wärmeleitern, als Schlacken u. dgl., gefüllt werden.

Der neu aufgeführte oder nach längerer Gebrauchszeit im Gestelle ausgebeßerte (zugestellte) Hohofen wird langsam und vorsichtig angewärmt, indem man in das Gestell Feuer macht, den Kernschacht durch die Gicht

mit Kohlen füllt und das Gebläse in Gang setzt. Fernerhin wird schichtenweise (in sogenannten Sichten) abwechselnd die Kohle und die Beschickung in dem Maße durch die Sichtöffnung aufgegeben, als der Inhalt im Ofen niedersinkt, so daß letzterer stets bis zur Sicht gefüllt bleibt. Unter dem Namen der Beschickung versteht man das Erz, welchem — um die damit vermengte Gangart vollkommener in Fluß zu bringen — mehr oder weniger von solchen Zuschlägen oder Flüssen zugesetzt wird, welche jenen Zweck befördern. Die Zuschläge müssen von verschiedener Art sein, je nachdem die Gangart des Erzes beschaffen ist; man gebraucht Kalkstein, Flußspath, Quarz, Thon, Mergel u. s. w. Das Erz erhitzt sich beim allmäligen Niedergehen durch den Ofen und wird bei seinem Vorrücken gegen den Schmelzraum reducirt, d. h. der Sauerstoff des Eisenoxydes verbindet sich mit der Kohle und entweicht als Kohlenoxydgas, während das Eisen, mit Kohlenstoff (und mit geringen Mengen anderer vorhandener Metalle) verbunden, als geschmolzenes Roheisen hinabtropft, welches sich in dem Eisenkasten und Vorherde sammelt. Zu gleicher Zeit schmelzen die Erden der Gangart mit den Zuschlägen und bilden die Schlacke, eine glasartige Masse, welche über den Wallstein von selbst abfließt oder abgezogen wird. Wenn sich eine hinlängliche Menge Eisen gesammelt hat, wird es aus dem Vorherde durch Öffnen des Stichloches abgestochen oder zur Gießerei mit eisernen Kellen ausgeschöpft. Das Abstechen (Abstich) kann in 24 Stunden ein, zwei oder drei Mal stattfinden. Der Betrieb eines Ofens dauert ununterbrochen durch mehrere Monate und selbst Jahre, bis eine Ausbesserung nöthig wird. Wenn eine solche Campagne zu Ende ist, wird der Ofen ausgeblasen, indem man zuletzt bloß Kohle (ohne Erz) aufgibt und damit den Ofen erkalten läßt. Die Beschaffenheit des erzeugten Eisens und der Schlacke, woran man den Gang des Ofens erkennt, hängt, für einen und denselben Ofen, ab von der Beschaffenheit des Erzes, von der Art und Menge der

Zuschläge, dem Verhältnisse zwischen der Menge der Kohlen und des Erzes, der Stärke des Windes. Hienach ist der im Ofen erzeugte Hitzegrad, so wie die Art und Menge fremder Beimischungen, welche das Eisen aufnimmt, verschieden, und es ist die nicht leichte Aufgabe des Hüttenmannes, diese Umstände so viel möglich in seiner Gewalt zu haben. Man sagt, der Ofen sei in garem Gange (Gargang), wenn die Reduction des Erzes vollständig ist und ein (weißes oder graues) Eisen mit gehörigem Kohlenstoffgehalte entsteht; der rohe Gang (Rohgang) liefert, bei unvollständiger Reduction, ein an Kohlenstoff armes, weißes Eisen und eine stark eisenhaltige Schlacke. Von großer Wichtigkeit ist die seit einigen Jahren gemachte Beobachtung, daß eine bedeutende Ersparung an Kohlen und eine Vermehrung der Eisenproduction entsteht, wenn die Gebläseluft vor ihrem Eintritte in den Ofen (auf 200 bis 250° Réaum.) erhitzt wird. Diese Erhitzung wird in weiten eisernen Röhren bewirkt, durch welche die Luft streicht, und welche man entweder über der Sichtflamme des Hohofens selbst, oder in besonders dazu angebrachten Ofen heizt.

Gießerei und Formerei. Wenn man Roheisen zur Verfertigung von Gußwaaren anwenden will, so kann entweder vom Hohofen aus der Guß vollführt werden, oder man muß das Roheisen einer Umschmelzung unterwerfen. Dieses letztere Verfahren wird aus mehreren Gründen nothwendig, z. B. wenn der Hohofen die verlangte Sorte Roheisen entweder nicht ohne Nachtheil im Gang liefern kann, oder in nicht genügsamer Menge, oder wenn nicht oft genug zum Betrieb der Formerei abgestochen werden kann, endlich auch deshalb, um in der Nähe von gewerbthätigen Städten jeden Auftrag schnell befriedigen und dadurch dem Gewerbsbetriebe kräftig Hülfe leisten zu können, indem durch die großen Fortschritte in der Verbesserung des Maschinenwesens gußeiserne Maschinentheile, Apparate zum chemischen Behuf unentbehrlich geworden sind.

Zum Guß eignet sich graues gares Roheisen am allermeisten; Roheisen vom übersehten Gang ist unanwendbar; das beim garen Gang erblasene matte, körnige, weiße Roheisen ist zu Gußwaaren, die eine beträchtliche Härte erfordern, wie Walzen, Ambose, Pochstempel, anwendbar; aber alle Waaren, von denen eine glatte Oberfläche verlangt wird, fallen dann schlecht aus. Kaltbrüchiges (phosphorhaltendes) Roheisen ist sehr dünnflüssig und eignet sich, wenn es gar, zu feinen Gußwaaren, da es die Form sehr genau ausfüllt, aber, weil es spröde ist, kann es zu Sachen, die Stöße aushalten müssen, nicht angewendet werden, wohl aber zu Platten, Öfen, Kochgeschirren, zu Luxusgeräthen, nicht zu Maschinenteilen, Geschüßröhren. Roheisen bei strengflüssiger Beschickung erblasen enthält viel Erdmetalle und wird dadurch kürzer und brüchiger, kann daher z. B. zu Geschüßen nicht angewendet werden. Wenn man daher aus gegebenen Erzen das Roheisen von bestimmter Beschaffenheit nicht ohne Gefahr für den guten Gang des Ofens erblasen kann, so muß man, um ein solches zu erhalten, Roheisen durchaus umschmelzen. Dies geschieht entweder in Tiegeln oder in niedrigen Schachtöfen, Kupolöfen, oder in Flammöfen. Für den Tiegelguß eignet sich halbirtes Roheisen, noch besser graues Roheisen bei strengflüssiger Beschickung erblasen und in Flammöfen einige Mal umgeschmolzen, wodurch es einen bedeutenden Antheil Kiesel und Graphit verloren hat, auch ist ein Gemenge von mehrmals umgeschmolzenem grauen und sehr weiß gewordenem Roheisen sehr gut. Für den Kupolofenbetrieb eignet sich dasjenige Roheisen, welches bei nicht zu leichtflüssiger Beschickung, bei hohen und engen Obergestellen erblasen worden; das bei Coaks dargestellte, an Kiesel reichere, ist nicht so fest. Dasselbe gilt auch von den Flammöfen.

Die Kunst, die für den Guß nöthigen Formen herzustellen, wird Förmerei genannt. Bei der großen Hitze des geschmolzenen Eisens kann man sich zum Gießen desselben nur der Formen aus feuerfesten Stoffen bedienen,

und diese beschränken sich auf drei, nämlich: Sand, Lehm und Gußeisen. Hiernach entstehen drei Hauptabtheilungen der Gießerei, nämlich Sandgießerei, Lehmgießerei und Schalenpuß. Der Formsand ist ein mehr oder weniger thonhaltiger Quarzsand, welcher eben durch seinen Thongehalt die Eigenschaft erlangt, im feuchten Zustande gewissermaßen knetbar zu sein und bleibende Eindrücke anzunehmen (zu stehen). Aller Formsand muß nicht zu grob und möglichst gleich von Korn sein, damit die darin gegossenen Waaren eine glatte Oberfläche ohne Grübchen erhalten. Hinsichtlich des Thongehaltes unterscheidet sich der Formsand in mageren (weniger thonhaltigen) und fetten (mehr thonhaltigen). Der magere Sand wird auch geradezu Sand (im engern Sinne des Wortes) genannt, der fette Sand, welcher (falls man ihn nicht natürlich vorfindet) oft künstlich durch Vermengung von Sand und Lehm hergestellt wird, heißt dann zum Unterschiede Masse (daher Masseformerei, Massepuß). Der eigentliche (magere) Sand wird zur Verfertigung der Formen entweder nur in einer gehörig dicken Schichte vor dem Ofen auf dem Fußboden der Hütte (dem Herde) ausgebreitet (Herbformerei, Herdpuß), oder in hölzerne oder eiserne Kasten, Läden, eingeschlossen (Kastenformerei, Kastenguß). Die Formerei mit Masse ist immer Kastenformerei.

B. Darstellung des Schmiedeeisens aus dem Roheisen (Frischen, Frischproceß). — Zum Frischen, d. h. zur Umwandlung in Schmiedeeisen, eignet sich vorzugsweise das weiße Roheisen, weil es vor dem Schmelzen sich erweicht und einen gleichsam teigartigen Zustand annimmt, der für das Verfahren beim Frischen sehr wichtig und günstig ist, beim grauen Roheisen aber nicht in dem Maße eintritt. Unter den Abänderungen des weißen Roheisens sind wieder jene mit geringerem Kohlenstoffgehalte, welche schon gewissermaßen eine Annäherung zum Stahle zeigen, am tauglichsten. Graues Roheisen wird deshalb sehr oft einer Vorbereitung zum Frischen unterworfen, welche darin besteht,

daß man es auf eine der folgenden Arten in weißes Roheisen verwandelt: a) durch Ablöschen des aus dem Hohofen fließenden Eisens mit Wasser, was aber nur eine sehr unvollkommene Wirkung hat; b) durch Körnen oder Granuliren, indem man das Eisen in einem dünnen Strome in (durch Rühren) stark bewegtes Wasser fließen läßt, wobei es sich in kleine Klumpen verwandelt, welche vollständiger durch und durch weiß werden; c) dadurch, daß man es in eine vor dem Hohofen im Sande gemachte Grube leitet, es mit Wasser begießt, die erstarrte Oberfläche als eine Scheibe abhebt und dieses Verfahren (Scheibenreißen) immer wiederholt. Die Scheiben werden sodann gewöhnlich gebraten, d. h. durch zwölfstündiges mäßiges Glühen unter Luftzutritt, in eigenen Bratöfen oder Bratherden, eines Theils ihres Kohlenstoffs beraubt; d) durch Umschmelzen (Hartzerrennen) in einem Herde (Hartzerrennherd) und darauf folgendes Scheibenreißen. Durch das Umschmelzen wird vorzüglich die Oxydation und Abscheidung des Mangans und Siliciums bewirkt; e) durch Umschmelzen mit gleichzeitiger Einwirkung eines Windstromes auf das geschmolzene Eisen, um einen Theil des Kohlenstoffs zu verbrennen (in sogenannten Raffinir- oder Feineisenfeuern).

Das Frischen selbst (auch Weichzerrennen genannt, insofern das Roheisen durch Hartzerrennen vorbereitet ist) beruht auf einer Oxydation oder Verbrennung des im Roheisen enthaltenen Kohlenstoffs, wozu man zwei Mittel anwendet, nämlich die Wirkung eines starken Luft- oder Windstromes, und die Zumischung von Frischschlacken, welche viel Eisenoxydorydul enthalten, dessen Sauerstoff sich mit dem Kohlenstoffe verbindet. Es wird entweder in Frischherden (Frischfeuern) oder in Flammenöfen (Puddlingöfen) vorgenommen.

Das Frischen im Herde (in Deutschland die gewöhnliche Methode) wird mit Holzkohlen verrichtet und liefert meistentheils ein reineres und zäheres Eisen als das

Ofenfrischen. Der Frischherd ist eine große Esse mit einem Gebläse, in welcher der Raum zur Aufnahme des Eisens durch Kohlenlöcher oder (öfter) durch einen von gußeisernen Platten zusammengesetzten ($2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß langen, 2 Fuß breiten, 8 bis 9 Zoll tiefen) Kasten oder Tümpel abgegrenzt wird. Man füllt den Tümpel mit Kohlen, läßt das Gebläse an, und bringt nun einen Roheisenblock (eine sogenannte Eisengans, welche z. B. 9 Zoll breit, 2 bis 3 Zoll dick, 6 Fuß lang ist und an 3 Centner wiegt) auf den Punkt der größten Hitze vor dem Winde. Der Luftstrom oxydirt hier einen Theil des Eisens, während schon etwas Kohlenstoff aus demselben verbrennt. Das Eisen fließt, so wie man die Gans weit in das Feuer rückt, allmählig in den Tümpel hinab und stellt nun ein fast teigartiges Gemenge von oxydirtem und von kohlenstoffhaltigem Eisen dar. Die Bestandtheile dieses Gemenges wirken auf einander ein, indem sich der Sauerstoff des oxydirten Theils mit dem Kohlenstoffe der übrigen Masse vereinigt und Kohlenoxydgas bildet, welches verbrennt. Die Masse wird dann ein Mal oder öfter aufgebrochen, d. h. mit Hülfe von Brechstangen aufgehoben und neuerdings vor dem Winde eingeschmolzen. Das seines Kohlenstoffs beraubte Eisen büßt die Schmelzbarkeit ein, in dem Maße wie das Frischen fortschreitet, und bildet endlich nur noch einen weichen Klumpen von Schmiedeeisen, eine sogenannte Luppe (Frischluppe), welche aus dem Feuer gezogen und unter einem vom Wasser bewegten großen Hammer ausgeschmiedet wird. Während des Frischens ist ein Theil des oxydirten Eisens mit Kieselerde, Thonerde u. s. w. (welche letztern durch Oxydation des im Roheisen enthaltenen Siliciums, Alumiums u. s. w. entstanden sind) zu einer Schlacke (Frischschlacke) geschmolzen. Theile dieser Schlacke sind im Innern der Luppe eingeschlossen, müssen durch den Hammer ausgepreßt werden und verursachen, wo sie nicht vollständig entfernt werden, unganze Stellen im Schmiedeeisen. — Übrigens kommen in verschiedenen Gegenden verschiedene

Änderungen des Frischprocesses vor, welche theils in der (schon oben erwähnten) Vorbereitung des Roheisens, theils in den Einzelheiten des Frischverfahrens selbst liegen. Tausend Pfund Roheisen werden ungefähr in einem Arbeitstage durch ein Feuer gefrischt, und liefern 720 bis 780 Pfund Schmiedeeisen in Stäben.

Das Frischen im Flammenofen ist die, vorzüglich in England gebräuchliche, sogenannte Puddlingarbeit (Puddeln). Der Herd des Ofens ist etwa 7 Fuß lang, 4 Fuß breit, wird aus feuerfesten Ziegeln oder einer gußeisernen Platte gebildet und mit Sand oder Eisenhammerschlag oder gepochter Frischschlacke 3 bis 5 Zoll hoch bedeckt. Zwei bis 3 Centner Roheisen werden eingesetzt, durch die darüber streichende Flamme des in dem Feuerherde brennenden Steinkohlenfeuers teigartig geschmolzen und nun so lange mit eisernen Spießen durchgearbeitet und gewendet, bis das Eisen steif wird, worauf man es in mehrere kleinere Klumpen zusammenballt und diese unter den Hammer bringt. In einem Ofen werden des Tages 2000 bis 2500 Pfund Roheisen gefrischt, welche durch Ausschmieden und Auswalzen durchschnittlich 1400 bis 1700 Pfund Eisenstäbe liefern. Kürzlich ist als ein Mittel, sogar aus dem schlechtesten Roheisen gutes Schmiedeeisen zu erhalten, ein Zusatz von Braunstein, Kochsalz und Töpferthon beim Frischen im Flammenofen angegeben worden. Beim Herdfrischen hat man einen Zusatz von Salpeter (etwa $\frac{1}{4}$ Procent des Roheisens) bewährt gefunden, um aus schwefel- und phosphorhaltigem Roheisen gutes, dehnbares Schmiedeeisen zu erzeugen.

C. Stahlfabrikation. — Der Stahl wird entweder aus Roheisen durch theilweise Entziehung des Kohlenstoffs, oder aus Schmiedeeisen durch Verbindung mit Kohlenstoff hervorgebracht. Im ersten Falle entsteht der Rohstahl (Schmelzstahl, *Mock*), im zweiten Falle der Cementstahl (Brennstahl).

Die Bereitung des Rohstahls (das Stahlfrischen) geschieht in einem Frischherde, wie die Bereitung des

Schmiedeeisens, und stimmt überhaupt mit letzterer in den Hauptpunkten überein, nur muß dabei die Einwirkung des Windes auf das schmelzende Roheisen gemäßiget werden, um nicht zu viel Kohlenstoff zu verbrennen, und zu gleichem Behufe treten auch noch einige andere Modificationen in den Einzelheiten des Verfahrens ein. Das weiße, manganhaltige Roheisen mit großblättrigem Bruche (Spiegeleisen) hält man gewöhnlich für das tauglichste zum Stahlfrischen. Man erhält aus 100 Pfd. Roheisen 72 bis 75 Pfd. Stahl.

Der Cementstahl wird durch Cementiren von flachen Schmiedeeisenstäben, d. h. durch starkes und anhaltendes Glühen derselben in einer Umhüllung mit Kohle bereitet, wobei keine Schmelzung eintreten darf.

Die Stahlbildung geht zuerst an der Oberfläche des Eisens vor sich, dringt aber allmählig in das Innere und endlich durch und durch. Gleichwohl bemerkt man auf dem Bruche der Stangen nach der Cementation oft sehr deutlich in der Mitte einen Raum, dessen Ansehen von dem der äußern Schichte verschieden ist (Rosenstahl). Der Stahl fällt desto kohlenstoffreicher und härter aus, je länger die Cementation gedauert hat. Man bedient sich zu dieser Arbeit feststehender, 6 bis 16 Fuß langer, 2 bis 3 Fuß breiter und 2 bis 3 Fuß hoher Kästen aus feuerfestem Thon oder aus Ziegeln, deren Wände einige Zoll dick sind, und welche auf dem Herde eines Flammenofens (Cementirofen, Stahlöfen) auf Unterlagen stehen, so daß die Flamme auch unter dem Boden durchstreichen kann. Zur Feuerung dient Holz, Steinkohle oder guter Torf. Zwei solche Kästen befinden sich in einem Ofen und die Feuergasse (der Rost) ist zwischen ihnen angebracht. Doch bauet man auch Öfen mit drei Kästen. Hartes, nicht sehniges, und von unganzen Stellen möglichst reines Eisen wird zur Stahlbereitung ausgewählt und in Stäben von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Breite bei $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke angewendet, welche beinahe die Länge der Kästen haben. Quadratische Stäbe sind weniger zweckmäßig, weil die Einwirkung der Kohle bei größerer

Dicke viel langsamer durchdringt. Man stellt in die Kästen die Eisenstäbe, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll weit aus einander, auf die Kante, füllt die Zwischenräume mit dem Cementirpulver (einem Gemenge von nicht zu fein gepulverter Holzkohle mit dem zehnten Theile Holzasche), streut darüber $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll hoch das nämliche Pulver, und wechselt so mit Eisen und Cementirpulver schichtenweise ab, bis der Kasten beinahe gefüllt ist. Obenauf gibt man einige Zoll hoch schon gebrauchtes Pulver und darüber eine gehäufte Lage Sand, oder einen Deckel von Thonplatten. Einige kurze Probestäbe werden so mit eingelegt, daß man sie leicht herausholen kann, um den Fortgang der Operation und ihre Beendigung daran zu beurtheilen. Die Hitze wird bis zum Weißglühen (Schweißhitz) getrieben und in dieser Stärke 4 bis 20 Tage unterhalten, je nach der Größe des Ofens und der Dicke der Eisenstäbe. Ein Ofen faßt 10 bis 160 Centner Eisen. Zuletzt läßt man den Ofen langsam abkühlen, öffnet dann die Kästen und nimmt die Stäbe heraus. Sie zeigen sich spröde (ohne hart zu sein) und auf der Oberfläche mehr oder weniger mit Blasen bedeckt (Blasenstahl). Das Gewicht des Eisens nimmt durch das Cementiren um $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ Procent zu; nur schlecht gefrischtes, noch Schlacke enthaltendes Eisen zeigt keine Gewichtsvermehrung. In England hat man die Beobachtung gemacht und zur Stahlfabrikation benutzt, daß weißglühendes Schmiedeeisen auch in Stahl verwandelt wird, wenn man es in einem Kasten der Wirkung von hineingeleitetem Steinkohlengase die erforderliche Zeit aussetzt. Das durch Destillation der Steinkohlen gewonnene (auch zur Beleuchtung angewendete) Gas besteht größtentheils aus kohlehaltigem Wasserstoff.

Mit der Brennstaahlbereitung ist die Arbeit des Einsezens genau verwandt, welche man sehr häufig anwendet, um kleinere, aus Schmiedeeisen gefertigte Gegenstände oberflächlich in Stahl zu verwandeln, damit sie äußerlich Härte zeigen und eine feine Politur annehmen. Zu diesem Behufe werden die Stücke in einer

Büchse von Eisenblech mit Holzkohlenpulver oder mit kohlehaltigen, etwas gröblich gepulverten Substanzen (mancherlei Gemengen aus schwarz gebrannten Knochen, verkohlten Lederschnitzeln, zerraspeltem und verkohltem Ochsenhorn, Pferdehufen u. dergl.) umgeben und eine Stunde oder länger in der Esse geglüht, worauf man den Deckel der Büchse abnimmt und den Inhalt der letztern in Wasser wirft, um die Härtung zu bewirken (Einsatzhärtung). Blausaures Eisenkali oder Blutlaugensalz (welches 17 Procent Kohlenstoff enthält) ist ein sehr wirksames, aber nur zu theures Mittel zum Einsetzen. Man bedient sich desselben zuweilen, um auf Eisenarbeiten eine äußerst dünne Haut von Stahl zu erzeugen, indem man die geschmiedeten und abgeseilten Stücke glühend macht, mit dem gepulverten Salze bestreut und einreibt und endlich durch Ablöschen in Wasser härtet. — Sollen Stäbe oder Platten von Eisen nur auf einer Fläche in Stahl umgewandelt werden, so legt man sie beim Einsetzen zwischen eine Schichte Kohlenpulver und eine Schichte gepulverten feuerfesten Thon, so daß nur die Seite mit Kohle in Berührung ist, welche eine Umwandlung in Stahl erleiden soll.

Verschieden von diesen Verfahrungsarten ist das Einsetzen von Stahlarbeiten zum Behufe des Härtens, wobei die Umhüllung von Kohle nur dazu dient, die Erhitzung des Stahls ohne Luftzutritt, daher ohne Glühspannbildung und ohne Gefahr des Verbrennens, vornehmen zu können. Eine längere Dauer des Glühens ist hierbei ganz unnöthig.

Sowohl der Rohstahl als der Cementstahl sind in dem Zustande, wie unmittelbar die Fabrikation sie liefert, sehr unvollkommene Producte, indem sie theils nicht frei von unganzen Stellen gewonnen werden, theils mit dem Kohlenstoffe auf eine ungleichförmige Weise verbunden sind, so daß sie härtere (kohlenstoffreichere) und weichere (kohlenstoffärmere) Theile im Gemenge enthalten. Deshalb können diese Stahlgattungen im ursprünglichen Zustande nur zu gröbern und größern Arbeiten angewendet

werden. Für alle übrigen Zwecke muß man sie einer Verfeinerung unterwerfen; und zwar entweder: a) durch wiederholtes Ausschmieden und Schweißen, welches eine mehr gleichmäßige Vermengung der verschiedenartigen Theile bewirkt, und Erben oder Raffiniren, so wie der so verbesserte Stahl Erbstaahl oder raffinirter Stahl genannt wird; oder b) durch Schmelzen, wodurch die vollkommenste Vermischung aller Theile und folglich der beste Stahl entsteht, Gußstaahl.

Beim Erben des Stahls verfährt man auf diese Weise, daß man ihn zu 2 Fuß langen, $1\frac{1}{2}$ Zoll breiten, nur 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien dicken Schienen ausschmiedet, eine Anzahl solcher Schienen auf einander legt, zusammenschweißt und dieses Packet zu einem quadratischen Stabe ausstreckt. Zwei Mal raffinirter Stahl entsteht, wenn der Stab in der Mitte eingehauen, geschweißt und wieder ausgestreckt wird. Auf diese Weise wird das Raffiniren oft noch mehrere Mal wiederholt. Bei jedem Male findet ein Abgang von 7 bis 12 Procent statt.

Das Material zum Gußstaahl ist in der Regel Cementstaahl, welchen man zu kleinen Stücken zerbricht und in einem sehr stark ziehenden, mit Coaks geheizten Windofen, in den feuerfestesten irdenen Ziegeln, unter einer Bedeckung von bleifreiem Glase (um die Luft abzuhalten) schmilzt. Ein Ziegel faßt höchstens 10 Pfd. Stahl, und die Schmelzung dauert 3 bis 5 Stunden. Vollkommen geschmolzen, wird der Stahl in gußeisernen Formen zu Stäben gegossen, welche man hierauf unter dem Hammer oder unter Walzen beliebig ausstreckt. Manche Sorten Gußstaahl sind schwer oder gar nicht zu schweißen und dies hängt, außer von der Menge des darin enthaltenen Kohlenstoffs, auch von der beim Schmelzen angewendeten Hitze ab, wodurch Abweichungen in der Verbindungsart des Kohlenstoffs mit dem Eisen zu entstehen scheinen. Man unterscheidet daher schweißbaren Gußstaahl und unschweißbaren. Je strengflüssiger der Gußstaahl ist und bei je größerer und anhaltenderer

Hiße er in Fluß gebracht wurde, desto mehr besitzt er die Eigenschaft der Schweißbarkeit.

Eine Sorte Gußstahl kommt aus Ostindien unter dem Namen *Wooß*. Dieser Stahl ist hart und schwer zu verarbeiten, er nimmt, bei geringer Glühhiße in Wasser abgelöscht, eine sehr große Härte an und taugt vorzüglich zu feinen Messern. Er soll durch Zusammenschmelzen von Schmiedeeisen mit Kohle bereitet sein. In Europa hat man den *Wooß* auf folgende Weise nachgeahmt: Kleine Stückchen von Schmiedeeisen oder Stahl werden in Kohlenpulver eingegraben, und so lange heftig geglüht, bis sie sich in eine dunkelgraue, leicht zu pulvernde Masse (Kohleneisen) verwandelt haben. Diese wird gepulvert und mit reiner Alaunerde in einem verschlossenen Tiegel längere Zeit stark weißgeglüht, wobei sie weiß und spröde wird. Stahl, mit $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{12}$ dieser weißen Metallmischung zusammengesmolzen, gibt den *Wooß*. — Der gewöhnliche Gußstahl gewinnt an Güte, für den Gebrauch zu feinen Schneidwerkzeugen, wenn man ihn mit sehr wenig ($\frac{1}{500}$) Silber zusammenschmelzt (Silberstahl). Auch andere Metalle verbessern, wenn sie mit dem Stahle geschmolzen werden, denselben in bemerkbarem Grade. Eine Mischung dieser Art ist der Nickelstahl oder Meteorstahl, welcher einen Zusatz von Nickel enthält. Eine complicirtere Vorschrift zur Bereitung des Meteorstahls ist folgende: 24 Theile Zink, 4 Theile Nickel und 1 Theil Silber werden, mit Kohlenstaub bedeckt, in einem verschlossenen Graphittiegel zusammengesmolzen, in Wasser ausgegossen und zu kleinen Stücken zerschlagen; 8 Theile dieser Mischung, mit 6 Theilen gepulvertem Chromeisenstein, 1 Theile Kohlenpulver, 2 Theilen ungelöschtem Kalk, 2 Theilen Porcellanthon und 384 Theilen rohem Cementstahl (Blasenstahl) geschmolzen, geben den Meteorstahl. —

Der sogenannte damascener Stahl oder damascirte Stahl (dessen Name von der Stadt Damask in Syrien herrührt), ist keine besondere Art von

Stahl, sondern ein auf bestimmte Weise bereitetes Gemenge von innig mit einander verschweißten Stahl- und Eisentheilchen. Er erhält durch das Beizen seiner blank gefeilten, geschliffenen und sorgfältig von Fett gereinigten Oberfläche mit einer schwach sauren Flüssigkeit (z. B. einer Mischung von 1 Maßtheile Scheidewasser und 30 Maßtheilen Essig) eigenthümliche, aus helleren und dunklen Linien zusammengesetzte Zeichnungen (Damast, Damascirung), welche eine gewisse Regelmäßigkeit zeigen, wenn die Anordnung der neben einander liegenden Stahl- und Eisentheilchen auf eine regelmäßige Art bewirkt worden ist. Der Stahl erscheint nämlich (da er bei der Einwirkung der Säure seinen Kohlenstoff unauflöst zurückgelassen hat) in dunkelgrauen, das Eisen dagegen in hellglänzenden weißen Linien. Bei starker Ätzung sind die dunklen Linien hinlänglich vertieft, um sich mit Farbe, in der Kupferdruckerpresse, wie ein Kupferstich auf Papier abdrucken zu lassen. Nicht allein Stahl und Schmiedeeisen sind geeignet, ein zur Damascirung geeignetes Gemenge zu geben, sondern auch zwei verschiedene Sorten von Schmiedeeisen, von welchen in diesem Falle die härtere (Kohlenstoffreichere) die Stelle des Stahls einnimmt. In jedem Falle besitzt ein solches feines und inniges Gemenge bedeutend mehr Zähigkeit als Stahl oder eine einzelne Eisensorte für sich allein, wovon der Grund sowohl in der Verwebung der Fasern als in der Verbesserung des Materials durch das bei der Bereitung erforderliche fleißige Ausschmieden und Schweißen liegt. Dieser innere Vorzug fehlt natürlich denjenigen nachgeahmten damascirten Arbeiten, deren Zeichnung bloß auf gewöhnlichem Stahle oberflächlich eingeätzt ist. Wird nämlich eine polirte Stahlfläche mit Wachs oder einer harzigen Mischung dünn überzogen, in diesen Überzug eine beliebige Zeichnung eingeritzt und endlich mit Säure geätzt, so läßt sich zwar einigermaßen das Ansehen des wahren Damastes hervorbringen, allein diese nicht aus der Masse selbst entsprungene Zeichnung kommt nicht wieder, wenn man sie abschleift und die ganze Fläche

beizt, was dagegen mit dem wirklichen Damaste allerdings der Fall ist.

Das den Damast erzeugende innere Gemenge kann auf verschiedene Weise hervorgebracht werden. Das Verfahren, welches im Orient bei der Befertigung der echten türkischen damascirten Säbelklingen und Gewehrläufe befolgt wird, ist nicht bekannt. In Europa befolgt man gewöhnlich im Wesentlichen folgende Methode: Dünne Stäbchen von Schmiedeeisen und Stahl (oder von hartem und weichem Schmiedeeisen) werden in gehöriger Anzahl zu einem Bündel parallel neben einander gelegt und zusammengesweißt. Die Stange, welche dadurch entsteht, wird in die Länge geschmiedet und in zwei oder drei Theile zerhauen, die man wieder auf einander legt und zusammenschweißt. Dieses Verfahren kann noch öfter wiederholt werden und liefert endlich einen letzten Stab, der aus vielen parallel liegenden Fäden, abwechselnd von Eisen und Stahl, zusammengesetzt ist. Man windet diesen Stab im glühenden Zustande schraubenartig zusammen, indem man ein Ende im Schraubstock befestigt, das andere mit einer Zange faßt und so gleichmäßig als möglich umdreht. Die verschiedenen mit einander verbundenen Fäden nehmen hierdurch die Lage von Schraubenlinien an, aber die der Oberfläche näher liegenden sind in weitern Kreisen gewunden, als die im Innern befindlichen, und ein genau in der Achse des Stäbchens liegender Faden würde gar keine Krümmung angenommen haben. Schlägt man das gedrehte Stäbchen platt, so kommen die Theile der Schraubenwindungen mehr oder weniger in eine gemeinschaftliche Ebene zu liegen, und bilden eine aus vielen symmetrisch gestellten kleinen Figuren zusammengesetzte Zeichnung, deren Linien, da sie nach dem Beizen durch die Stahl- und Eisenfäden gebildet werden, desto zarter sind, je mehr beim Schmieden jene Fäden verfeinert wurden.

Viertes Capitel.

V o m K u p f e r.

In den gewöhnlich zum Ausschmelzen des Kupfers angewendeten Erzen ist dasselbe mit Schwefel verbunden und noch mit größern oder geringern Mengen anderer schwefelhaltiger Metalle gemischt oder gemengt, vorzüglich mit Eisen, Blei, Arsenik, Antimon, Silber u. s. w. Das am häufigsten benutzte Kupfererz ist der Kupferkies (Kupfererz), welcher wesentlich aus Schwefelkupfer und Schwefeleisen zusammengesetzt ist, aber zufällig zuweilen etwas Gold oder etwas Schwefelsilber enthält. Auch das Buntkupfererz und das Fahlerz werden oft verschmolzen. Das erstere enthält die nämlichen wesentlichen Bestandtheile als der Kupferkies, nämlich Kupfer, Eisen und Schwefel, aber in andern Mengenverhältnissen, und es findet sich auch darin Arsenik, Antimon, so wie Zink und öfters eine kleine Beimischung von Schwefelsilber. In den Fahlerzen ist das Schwefelkupfer mit Schwefelantimon, oder mit Schwefelarsenik, oder mit beiden zugleich verbunden; außerdem sind aber auch Schwefeleisen, Schwefelzink und Schwefelsilber vorhanden. Die silberhaltigen Kupfererze werden, wie die anderen, auf Kupfer benutzt, aus welchem dann, vor dem Garmachen desselben, das Silber gewonnen wird. Kupfererze, welche das Kupfer in Verbindung mit Sauerstoff enthalten, kommen regelmäßig in Begleitung der schwefelhaltigen Erze vor, und werden meist mit diesen zugleich, selten allein verschmolzen. Dahin gehört das Rothkupfererz (natürliches Kupferoxydul), die Kupferlasur und der Malachit (beide kohlensaures Kupferoxyd).

Das Ausbringen des Kupfers ist ein sehr zusammengesetzter Proceß, weil es schwer hält, die fremden Beimischungen von dem Kupfer ganz vollständig zu trennen, und dieses schon durch ganz geringe Verunreinigungen erheblich an Dehnbarkeit, folglich an Brauchbarkeit, ver-

liert. Die Aufbereitung der Kupfererze, d. h. ihre Trennung von einem Theile der Gangart, und die Concentration des Metallgehaltes, geschieht theils bloß durch Handscheidung und Siebsetzen, theils noch überdies durch Pochen und Waschen (Schlämmen). Die schwefelhaltigen Erze werden hierauf geröstet (um Schwefel und Arsenik theils zu oxydiren, theils zu verflüchtigen); und sodann mit Zuschlägen (Kalk, Flußspath, alten Kupferschlacken u. s. w.) in Schachtöfen, welche den Eiseuhöfen sehr ähnlich, aber nur 6 bis 20 Fuß hoch sind, geschmolzen. Der Zweck dieses ersten Schmelzens (des Erzschmelzens, Rohschmelzens, der Roharbeit) ist die Verschlackung der Bergart und des durch die Röftung oxydirten Eisens, und die Absonderung des Metallgehaltes. Letzterer wird nach der Absonderung der obenauf schwimmenden Schlacken (Rohschlacken), als eine Masse (Rohstein, Kupferstein) erhalten, in welcher das Kupfer mit Schwefel und noch mit einem Theile der im Erze enthalten gewesenen fremden Metalle verbunden ist. Meistens (namentlich wenn die Kupfererze sehr unrein sind) wird der Rohstein, nach vorausgegangener neuer Röftung, abermals geschmolzen, mit der Absicht, noch nicht das Kupfer zu reduciren, sondern nur den Stein von einem Antheile der fremden Beimischungen zu befreien, wodurch der Kupfergehalt vergrößert, concentrirt wird. Deshalb heißt dieses Schmelzen die Concentrationsarbeit, und das Product, ein noch immer unreines Schwefelkupfer, der Concentrationsstein. Dieser (oder, bei reineren Erzen, sogleich der Rohstein) wird nunmehr einer starken und oft wiederholten Röftung unterzogen, um Kupfer und Eisen zu oxydiren; dann aber wieder geschmolzen (Rohkupferschmelzen, Schwarzmachen). Das oxydirte Eisen geht hierbei in die Schlacke (Schwarzkupferschlacke); das Kupfer wird reducirt, und als eine spröde Metallmasse (Rohkupfer, Schwarzkupfer) abgeschieden, welche nebst 60 bis 90 Procent Kupfer noch Schwefel, Eisen, Antimon, Arsenik, Blei,

Zink u. s. w. enthält. Das Rohkupfer wird durch den Proceß des Garmachens weiter gereinigt, indem man es in dem Garherde (Rosettirherde), besser in einem Flammofen (Spleißofen) einschmelzt, und durch die Wirkung des auf die Oberfläche blasenden Windes den Schwefel verbrennt und die fremden Metalle oxydirt, wobei die sich bildende Schlacke (Garschlacke), immerfort abfließt. Nach erlangter Gare wird das Kupfer, indem man dessen Oberfläche durch Besprengen mit Wasser zum Erstarren bringt, in dünnen, runden Scheiben (Rosetten) abgehoben. Man nennt diese Arbeit das Scheibenreißen, Rosettiren oder Spleißen.

Das Garkupfer, Scheibenkupfer oder Rosettenkupfer ist schon Handelswaare; es besitzt aber sehr oft nicht vollkommen den Grad von Dehnbarkeit, welcher zur Bearbeitung unter dem Hammer oder unter Walzen erforderlich ist; und der Grund hiervon liegt darin, daß durch die Wirkung des oxydirenden Windstromes beim Garmachen das Kupfer leicht mehr oder weniger eine Beimischung von Kupferoxyd erhalten hat. Von dieser muß es vor der wirklichen Verarbeitung (in den Fabriken selbst, welche die Verarbeitung vornehmen) durch Umschmelzen zwischen Kohlen in einem Herde (das Hammergarmachen) gereinigt, d. h. hammergar hergestellt werden. Wird das Kupfer zu lange oder bei zu starkem Winde geschmolzen, so erzeugt sich Oxydul in demselben, und es erlangt den Fehler von Neuem, von welchem es gerade befreit werden sollte (es wird übergar). Das hammergare Kupfer wird in eisernen, mit Thon bestrichenen Formen zu dicken Platten (Hartstücken) gegossen, welche man noch dunkelroth glühend unter einen vom Wasser getriebenen Hammer bringt, um sie durch denselben etwas zu verdichten und zur ferneren Verarbeitung vorzubereiten (das Abpochen).

Für feinere Arbeiten wird das hammergare Kupfer in einem höheren Grade der Reinheit dargestellt (raffi-

nirt), indem man es noch ein Mal in einem Flammofen so lange bei Luftzutritt in Fluß erhält, bis die beigemischten fremden Metalle oxydirt und in Schlacke verwandelt sind. Nach dieser Behandlung befindet sich das Kupfer in einem sehr übergaren Zustande, d. h. es enthält viel Kupferoxydul, von welchem man es durch eine letzte Schmelzung im Flammofen oder (mit Zusatz von Kohlenpulver) in Tiegeln befreit. Das Raffiniren verursacht einen großen Abgang an Metall, daher das raffinirte Kupfer hoch im Preise steht.

Die bisher beschriebene Art, das Kupfer aus den Erzen darzustellen und zu reinigen, ist — mit mehreren localen Modificationen — in Deutschland allgemein gebräuchlich. In England bedient man sich dagegen, sowohl zu den Röstungen, als zu allen den verschiedenen nach einander folgenden Schmelzprocessen, der Flammofen, und stellt auch das Kupfer schon auf den Kupferhütten im hammergaren Zustande her, statt, wie in Deutschland, das Hammergarmachen denjenigen Fabrikanstalten zu überlassen, welche sich mit der Verarbeitung des Kupfers beschäftigen.

Fünftes Capitel.

Vom Zink.

Das Zink findet sich im Mineralreiche mit Schwefel verbunden als Blende (Zinkblende), und mit Sauerstoff (als Zinkoxyd) im Galmei und Zinkglaserz. Die Blende enthält gewöhnlich auch andere Metalle in Verbindung mit Schwefel, hauptsächlich Eisen. Der Galmei besteht aus Zinkoxyd und Kohlensäure; wenn er rein ist, wird er Zinkspath genannt, meistens aber ist er mit Thon, Eisenoxyd u. s. w. gemengt. Das Zinkglaserz (Kieselgalmei, Kieselzinkerz) kommt immer mit dem Galmei gemeinschaftlich vor, und wird oft mit demselben verwechselt. Es enthält Zinkoxyd, Kieselerde

und Wasser, oft aber auch Beimengungen von Thon und Eisenoxyd. — Bei dem Ausschmelzen zinkhaltiger Eisen-, Kupfer- und Bleierze setzen sich in den weniger heißen Theilen der Öfen bedeutende feste Massen an, welche zum größten Theile aus Zinkoxyd, und außerdem aus Beimengungen von Eisenoxyd, Bleioxyd, Sand und Kohlenstaub bestehen, losgebrochen und wie Galmei zur Gewinnung des Zinks und zur Messingfabrikation angewendet werden (Schwamm, Ofenbruch).

Die Blende wird wenig zur Darstellung des Zinks benutzt, weil die völlige Entfernung des Schwefels Schwierigkeiten unterworfen ist, und ein Rückhalt von Schwefel das Zink, so wie das aus selbem bereitete Messing sehr spröde macht. Sie muß, gepulvert, sehr sorgfältig geröstet werden (am besten in Vermengung mit $\frac{1}{4}$ gelöschten Kalks und in Flammöfen), um den Schwefel gänzlich zu verbrennen oder zu verflüchtigen, das Zink aber zu oxydiren, worauf das Erz gleich Galmei behandelt wird. Rohe, fein gemahlene Blende verwendet man als bräunlichgelbe Farbe zum Anstreichen der Häuser u. s. w. unter dem Namen Steingelb. — Der Galmei und das Zinkglaserz, in welchen das Zink schon als Oxyd enthalten ist, werden durch längeres Liegen an der Luft (Verwittern) vorbereitet, worauf das taube (nicht erzhaltige) Gestein gewöhnlich von selbst abfällt. Man röstet oder brennt sie dann in offenen Haufen oder besser in Flammöfen, um Kohlensäure und Wasser zu entfernen; vermengt sie mit leichtzerdrückter Holzkohle oder grob zerstoßenen Kokes, und unterwirft das Gemenge einer Destillation, wobei das Zink durch die Kohle vom Sauerstoffe getrennt wird und sich in Dämpfen verflüchtigt, welche durch Abkühlung in einer Vorlage zu flüssigem Zink verdichtet werden. Die Hitze bei dieser Destillation muß heftige Weißglühitze sein. Die Destillirgefäße sind von feuerfestem Thon gefertigt, und werden durch Flammenfeuer erhitzt. In Schlesien und Polen haben sie die Gestalt großer halbcylindrischer Muffeln, welche mit ihrem flachen Boden auf dem Herde

des Zinkofens stehen, und oben so wie an den Seiten von den Flammen umspielt werden. Sechs bis zwölf Muffeln befinden sich in einem Ofen, und jede faßt 50 bis 100 Pfund Gemenge, welches aus Erz mit $\frac{1}{3}$ Kohle besteht. Von einem Ende jeder Muffel führt ein thönerne Rohr in ein ebenfalls thönerne Gefäß, welches als Vorlage dient. — In England sind die Destillirgefäße große, runde, $4\frac{1}{2}$ Fuß hohe Tiegel, deren 6 bis 8 in einem runden oder viereckigen Ofen stehen, und welche mit einem Deckel dicht verschlossen werden. Aus dem Innern eines jeden Tiegels geht durch dessen Boden senkrecht ein Rohr hinab, aus welchem das Zink in ein untergesetztes Gefäß tropft. — In Lüttich wendet man horizontalliegende, in Kärnten aufrechtstehende thönerne Röhren als Destillirgefäße an.

Das durch die Destillation erhaltene rohe Zink (Werkzink, Tropfzink) ist mechanisch mit Zinkoxyd, Kohle und Thontheilen verunreinigt. Man schmelzt es in gußeisernen Kesseln (wodurch das Zink etwas eisenhaltig wird), und schöpft es mit geschmiedeten eisernen Kellen in gußeiserne Formen, worin es die Gestalt von Platten oder breiten Stäben annimmt (Kaufzink).

Sechstes Capitel.

Vom Zinn.

Das einzige Erz, woraus das Zinn gewonnen wird, ist der Zinnstein (Zinngrauen), welcher seinem Wesen nach nur aus Zinnoxyd besteht, aber gewöhnlich eine Beimengung von Eisenoxyd enthält, und in Begleitung von Kupfer-, Eisen-, Arsenik-, Antimon- Erzen, Zinkblende u. s. w. vorkommt, von denen er durch mechanische Mittel nicht oder nicht ganz getrennt werden kann. Es wird gepocht, geschlämmt, geröstet (um die Verbindung der fremden Metalle mit Schwefel zu zerstören), wieder geschlämmt, und endlich zwischen Holzkohlen in 10 bis

15 hohen Schachtöfen mit Gebläse (Hohöfen), oder mit zerstoßener Steinkohle gemengt in Flammenöfen verschmolzen. Die Kohle nimmt den Sauerstoff des Zinnoxides auf und scheidet das Zinn in metallischer Gestalt ab. Zuweilen ist das so erhaltene Zinn rein genug, um in den Handel gebracht zu werden. Meistens aber enthält es bedeutende Antheile fremder Metalle, und muß daher durch das sogenannte Pauschen oder Raffiniren gereinigt werden. Da die beigemischten Metalle schwerer schmelzbar sind, als das Zinn, so gießt man mit Kellen das geschmolzene unreine Zinn auf einen schrägen, mit glühenden Kohlen bedeckten Herd, und läßt es über denselben langsam herabfließen. Indem es sich zwischen den Kohlen durchzieht, bleiben an letzteren und an dem Herde die weniger schmelzbaren Metalle im halberstarrten Zustande, nebst etwas Zinn, hängen. In England wird diese Reinigung auf eine etwas abgeänderte Weise vorgenommen und mehrmals wiederholt. Zum Verkauf wird das Zinn auf einer großen Kupferplatte zu einer Art Blech gegossen, welches man in Ballen zusammenrollt, oder man gießt es in Gestalt von Blöcken (Blockzinn). Körnerzinn entsteht, indem man die Blöcke, bis fast zum Schmelzen erhitzt, von einer Höhe herabwirft, wobei sie in rundliche Stückchen zerspringen. Käufliches Zinn ist oft mit Blei bedeutend verunreinigt, jedoch mehr durch absichtlichen Zusatz, als in Folge bleihaltigen Zinnerzes.

Siebentes Capitel.

Vom Blei.

Das Blei kommt in mehreren Mineralien vor; aber von allen Bleierzen findet sich nur der Bleiglanz (Schwefelblei) und zuweilen das Weißbleierz (kohlen-saures Bleioxid), in hinlänglicher Menge, um zur Ausscheidung des Metalls im Großen angewendet werden

zu können. Der Bleiglanz zeigt sehr häufig einen Gehalt von Schwefelsilber, der, wenn er einigermaßen erheblich ist, zur Abscheidung des Silbers aus dem gewonnenen Blei Veranlassung gibt. Häufig kommen in Begleitung des Bleiglances die Schwefelverbindungen anderer Metalle vor, als Schwefelkies oder Eisenkies, Kupferkies, Zinkblende u. s. w., welche sich vor dem Verschmelzen nicht absondern lassen und die Darstellung eines reinen Bleies erschweren.

Die Gewinnung des Bleies aus dem Weißbleierz wird durch eine einfache Ausschmelzung mit Kohle bewirkt. Der Bleiglanz dagegen erfordert ein weitläufigeres Verfahren, welches wieder von zweierlei Art ist, nämlich entweder die sogenannte Röstarbeit oder die Niederschlagsarbeit. In beiden Fällen werden die größeren reinen Erzstücke durch Handscheidung abgesondert, die in kleineren Theilen eingesprengten Massen hingegen in einem Pochwerke gepocht, und durch Schlämmen (Waschen) so viel möglich von Gangart befreit.

Bei der Röstarbeit wird, wie der Name schon bezeichnet, durch Rösten des aufbereiteten Erzes in freien Rösthäufen, in Stadeln, in sogenannten Röstschuppen oder in sogenannten Flammöfen (Röstöfen, Brennöfen), der Schwefel größtentheils verbrannt, das Blei aber nebst den übrigen Metallen (mit Ausnahme des Silbers) oxydirt, und dann entweder in Schachtöfen (Krummöfen von 4 bis 6 Fuß, Halbhöhöfen von 8 bis 15 Fuß, Hohöfen von 15 bis 20 Fuß Höhe) oder in Flammöfen ausgeschmolzen. In den Schachtöfen wird das Erz mit den als Brennmaterial dienenden Kohlen geschichtet und das Blei durch dieselben reducirt; man erhält die geschmolzenen Producte in vier nach folgender Ordnung unter einander stehenden Schichten: oben die Schlacke (aus den Erden der Gangart, aus Eisenoxydorydul und Bleioxyd bestehend), darunter den Stein (Bleistein, Schwefelblei mit Schwefeleisen, Schwefelkupfer u. s. w.), Bleispeise (Zink,

Arsenik, Nickel, Kobalt, mit etwas Schwefel, Blei und Silber), ganz unten das Blei (mit dem größten Theile des Silbers und mit Antheilen der übrigen Metalle gemischt). Bei dem Flammofenbetriebe wird gewöhnlich das Rösten und das Ausschmelzen in einem und demselben Ofen verrichtet, indem man nach Beendigung des Röstens Kohlenlösch in denselben wirft, um die Reduction des Bleioxydes zu metallischem Blei zu bewirken. Die Erzmasse wird hier nur in unvollkommenen breiarartigen Fluß versetzt, so daß das Blei daraus abfließen kann, die Stoffe aber, welche beim Schachtofenprocesse den Stein und die Speise bilden, als strengflüssiger auf dem Herde des Ofens zurückbleiben.

Die Niederschlagsarbeit scheidet keine Röstung des Erzes voraus, sondern verschmelzt dasselbe, unmittelbar nach der Aufbereitung, in Hohöfen mit Zusatz von granulirtem Roheisen. Das letztere nimmt den Schwefel des Bleiglanzes an sich, und geht als Schwefeleisen in den Stein, während das Blei sich abscheidet. Dieses Verfahren erfordert größere Hitze als das Ausschmelzen gerösteter Erze.

Das entweder durch die Röstarbeit oder die Niederschlagsarbeit gewonnene Blei heißt Kaufblei, wenn es sogleich in den Handel gebracht werden kann, und Werkblei (Werk), wenn es so viel Silber enthält, daß die Abscheidung des letztern durch Abtreiben (s. beim Silber) sich lohnt. In diesem zweiten Falle verwandelt sich das Blei in Glätte, welche theils als Kaufglätte Handelswaare ist, theils als Frischglätte in Krummöfen auf Blei (Frischblei, Glättblei) verschmolzen (gefrischt) wird. Das Kaufblei bedarf oft einer Reinigung von zu großem Gehalte fremder Metalle, welche dadurch bewirkt wird, daß man das unreine Blei auf einem durch Flammenfeuer erhitzten schrägen Herde bei gelinder Hitze umschmelzt, wobei es gereinigt abläuft, während die schwerflüssigeren Beimischungen auf dem Herde liegen bleiben. Für den Ver-

kauf wird das Blei in eiserne Formen geschöpft, worin es die Gestalt länglich viereckiger Blöcke erhält.

Achtes Capitel.

Von dem Messing, dem Tombak und der Bronze.

Die Messingfabrikation (mit welcher die Darstellung des Tombaks zusammenfällt) besteht in dem Zusammenschmelzen des Kupfers mit Zink. Letzteres wurde bei diesem Prozesse ehemals im oxydirten Zustande (Galmei, Ofenbruch, geröstete Blende) gewonnen, wird aber jetzt meistentheils als regulinisches Metall angewendet. Möglichst reines Kupfer ist jederzeit eine Bedingung zur Erzeugung eines recht dehnbaren Messings; doch schaden nur die im Kupfer befindlichen fremden Metalle, nicht das Kupferoxydul, weil dieses beim Messingmachen reducirt wird. Daher ist die Hammergare des Kupfers hier nicht unumgänglich nöthig.

Bereitung des Messings mit Galmei, Ofenbruch oder gerösteter Blende. Da diese Materialien das Zink als Oxyd enthalten, so kommt es darauf an, die Reduction dieses Oxydes zu Metall und das Zusammenschmelzen dieses letztern mit dem Kupfer in Einer Operation zu verbinden. Die genannten zinkhaltigen Materialien werden deshalb gepocht und mit Zusatz von Holzkohlenstaub nebst dem (durch Eingießen in Wasser) granulirten Kupfer in thönerne Tiegel gegeben, deren 7 bis 9 in einem Windofen (Messingbrennofen) aufgestellt sind. Dieser Ofen ist so angelegt, daß seine obere Mündung (die Krone) in gleicher Höhe mit dem Fußboden der Hütte sich befindet, damit die Tiegel bequem eingeseht und ausgehoben werden können. Man beschickt die Tiegel mit einem Gemenge aus 8 Theilen Kupfer, 5 Theilen Galmei und 2 Theilen Kohlenstaub. Die Heizung geschieht mit Holzkohlen oder

Steinkohlen, womit die Tiegel ganz umgeben sind; bei Steinkohlenfeuer können die Tiegel auch so gestellt sein, daß sie die Hitze nur durch die vom Roste aufsteigende Flamme empfangen. Das Schmelzen dauert gegen 12 Stunden. Man gießt den Inhalt aller Tiegel in einen einzigen größern Tiegel (den Gießler) zusammen, leert diesen in eine erwärmte Sandgrube vor dem Ofen aus und zerschlägt das erstarrte, noch heiße Messing in Stücke. Dieses Product wird Stückmessing (Rohmessing, Arco) genannt und mit Zusatz von altem Messing oder Messingabfällen, Kupfer, Galmei und Kohlenstaub ein zweites Mal geschmolzen, worauf man wieder den Inhalt aller Tiegel in dem Gießler vereinigt, mit einem Eisenstabe gut umrührt, und endlich zwischen zwei großen (5 Fuß langen, 3 Fuß breiten, 1 Fuß dicken), mit Thon und Kuhmist überzogenen, voraus erwärmten und geneigt aufgestellten Granitplatten zu einer ($\frac{3}{8}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll dicken) Platte gießt, deren Größe und Dicke durch eiserne, zwischen die Steine gelegte Schienen bestimmt wird. Man hat ohne Erfolg versucht, statt der theuren Granitsteine gußeiserne Platten anzuwenden; wenigstens die dünnen Messingtafeln fallen zwischen Eisen, der schnellen Abkühlung wegen, unganß aus. Dagegen ist es zweckmäßiger, statt großer Tafeln, die man zur Verarbeitung doch zerschneiden muß, kleinere zu gießen, wobei man sehr gut Sandformen anwenden kann. Das doppelte Schmelzen verursacht Aufwand an Zeit und an Kosten, ohne, wie es scheint, einen entsprechenden Vortheil zu gewähren, obwohl man behauptet, daß es die Mischung des Messings gleichförmiger mache.

Bereitung des Messings mit metallischem Zink. Es wird hierbei der nämliche Ofen angewendet, wie bei der vorigen Methode; die Schmelzung geht aber nur schneller von statten. Man füllt die Tiegel schichtenweise mit Kupfer und Zink in dem gehörigen Verhältnisse und in ziemlich großen Stücken, gibt oben auf eine starke Schicht Kohlenstaub und beendigt die Arbeit

durch eine einzige Schmelzung. Altes Messing wird hierbei, wenn man Vorrath davon hat, beliebig zugesetzt. Auch im Kleinen wird (von den Gelbgießern) das Messing aus Kupfer und metallischem Zink zusammengesetzt, wenn man nicht bloß altes Messing einschmelzt. Das Verfahren, zuerst das Kupfer allein zu schmelzen, dann das Zink zuzusetzen, die Mischung umzurühren und sogleich auszugießen, ist nicht empfehlenswerth, denn es kann zwar dabei die Verflüchtigung des Zinks etwas vermindert werden, aber das Messing wird leicht ungleichförmig in seiner Mischung, und das Einwerfen des Zinks in das geschmolzene Kupfer verursacht leicht eine gefährliche Explosion, durch plötzliche theilweise Verdampfung des erstern.

Die vollkommenste Vermischung des Zinks mit dem Kupfer ist eine sehr wichtige Bedingung, um dem Messing seine größte Dehnbarkeit, Festigkeit und Dauerhaftigkeit zu geben. Man hat die Beobachtung gemacht, daß z. B. Geflechte von Messingdrath, bei ganz gleichem Mischungsverhältnisse des Metalls, von sehr verschiedener Dauer sein können, je nachdem obiger Forderung mehr oder weniger genügt ist.

Zur Bereitung der Bronze bedient man sich im Großen eines Flammenofens mit kreisrundem oder ovalem, nur wenig vertieftem, von feuerfesten Ziegeln gebildetem Herde, der mit einem niedrigen Gewölbe überspannt ist. An der einen Seite befindet sich der viereckige Feuerraum, aus welchem die Flamme des Holz- oder Steinkohlenfeuers durch eine Öffnung auf den Schmelzherd hineinschlägt. Gegenüber vom Feuerraume ist das Stichloch, zum Ablassen des geschmolzenen Metalls; der Schmelzherd ist von allen Punkten gegen das Stichloch hin abhängig, damit der Inhalt vollständig auslaufen kann. An der dritten und vierten Seite sind Arbeitsthüren (zum Eintragen des Metalls, zum Umrühren, zur Beobachtung des Schmelzens) angebracht. Das Gewölbe des Ofens enthält Zuglöcher für das Feuer. Man trägt das Kupfer zuerst ein, und wenn es geschmol-

zen ist, wirft man das Zinn (und Zink, wenn dieses einen Bestandtheil ausmachen soll) hinzu, rührt mit hölzernen Stangen um und läßt das Metall so bald als möglich durch das Stichloch ab. Eine lange Erhitzung desselben ist nachtheilig, weil sich das Zinn schnell oxydirt, und hierdurch nicht nur das Verhältniß der Bestandtheile geändert wird, sondern auch die Gefahr eintritt, daß beim Umrühren das Oxyd sich mit dem Metalle vermengen und dasselbe porös machen kann. Übrigens muß unmittelbar vor dem Stechen (dem Öffnen des Stichloches) noch eine starke Hitze gegeben und gut umgerührt werden, um die Bestandtheile recht innig mit einander zu mischen, da sie sich bei ruhigem Stechen ungleich vertheilen.

Im Kleinen schmelzt man die Bronze in Graphitiegeln, indem man ebenfalls das Zinn dem schon geschmolzenen Kupfer zusetzt. Dabei ist es gut, die Oberfläche des Metalls mit Kohlen zu bedecken, um der Oxydation zuvorzukommen.

Neuntes Capitel.

Vom Silber.

In seinem reinen Zustande wird das Silber wenig verarbeitet. Man vermischt (legirt) es fast jederzeit mit Kupfer, theils seines hohen Preises wegen, theils weil das legirte Silber eine größere Härte besitzt und daher sich weniger abnußt. Durch die Legirung wird die Farbe des Silbers desto mehr ins Rothe gezogen, je größer die Menge des zugesetzten Kupfers ist. Die Schmelzbarkeit nimmt zu, die Dehnbarkeit aber vermindert sich einigermaßen. Man bezeichnet die Menge des Zusatzes oder den Feinheitsgrad (die Lößigkeit) des Silbers durch die Angabe, wie viel Loth reines Silber in der Mark (16 Loth) enthalten sind. Feines Silber ist daher 16löthig; 12löthiges Silber enthält in 16 Theilen 12 Theile

Silber und 4 Theile Kupfer u. s. f. Das Loth wird hier in 18 Grän eingetheilt; Silber also, welches z. B. 14 Loth 8 Grän fein ist, enthält in 16 Loth (1 Mark) $14\frac{8}{18}$ oder $14\frac{4}{9}$ Loth reines Silber. Das meiste Silber wird 12-, 13- und 14löthig verarbeitet. Beim Legiren des Silbers, d. h. beim Zusammenschmelzen desselben mit Kupfer, muß die Mischung sorgfältig umgerührt werden, bevor man sie ausgießt, weil sich sonst am Boden des Schmelztiegels (durch die größere Schwere des Silbers) eine reichhaltigere Legirung bildet, als oben. Es ist beobachtet worden, daß bei einem Verhältnisse der Metalle, welches bei genauer Vermischung 12löthiges Silber hätte geben müssen, der untere Theil 13löthig, der obere nur 11löthig ausfiel. Das Probiren des Silbers hat zum Zwecke, den Feingehalt desselben zu erforschen. Annähernd geschieht dies durch die Strichprobe, d. h. durch Reiben (Streichen) auf dem Probirsteine (einem schwarzen Kieselschiefer), indem man die Farbe des Striches mit der Farbe, welche einige zugleich gestrichene Probirnadeln (Streichnadeln) geben vergleicht. Die Probirnadeln sind Stifte aus den verschiedenen vorkommenden Legirungen, als: 8löthigem, 9löthigem, 10löthigem Silber u. s. w.; diejenige Nadel, mit deren Strich der Strich des probirten Silbers am nächsten übereinstimmt, gibt den Feingehalt des letztern (doch mit einer kleinen Unsicherheit) an. Uedle weiße Metallmischungen, welche einen silberähnlichen Strich geben, sind dadurch zu unterscheiden, daß ihr Strich ganz oder fast ganz von dem Probirsteine verschwindet, wenn man ihn mit einer Auflösung von 1 Loth Kupfervitriol und $\frac{3}{4}$ Loth Kochsalz in 4 Loth Wasser bestreicht. Doch verhalten sich Silberlegirungen von weniger als 6 Loth Feingehalt hierbei eben so. Genaue Resultate geben nur die Probe durch Abtreiben und die nasse Probe. Beim Abtreiben wird eine gewogene kleine Menge des legirten Silbers mit Blei auf der Kapelle, dem Treibscherbren (einem von gepulverter Knochenasche verfertigten Schälchen) unter Luftzutritt geschmolzen,

wobei das oxydirte Blei und Kupfer sich in die poröse Masse der Kapelle einziehen, während zuletzt das reine Silber als ein Korn zurückbleibt, welches man wieder wägt. Bei der nassen Probe löst man die Legirung in Salpetersäure auf, schlägt das reine Silber durch zugesetzte Kochsalzauflösung (als Chlorsilber) nieder und schließt aus der Menge des dazu erforderlichen Kochsalzes auf die Menge des vorhandenen Silbers.

Durch die Legirung mit Kupfer erlangt das Silber nicht nur schon ursprünglich eine größere Härte, sondern auch die Eigenschaft, seine Härte und Steifheit durch Bearbeitung in weit ansehnlicherem Maße zu vermehren. Auch die absolute Festigkeit ist im legirten Silber außerordentlich vergrößert. Drähte von 12löthigem Silber tragen (auf den Querschnitt von 1 Quadratzoll berechnet) 79,600 bis 117,000 Pfund, wenn sie hartgezogen, und 50,400 bis 61,000 Pfund, wenn sie ausgeglüht und dadurch weich gemacht sind.

Als Silbererze werden theils solche Mineralien betrachtet, in welchen das Silber nur als Beimischung in geringer Menge enthalten ist; theils solche, in welchen es einen Hauptbestandtheil ausmacht. Von der erstern Art ist das Fahlerz, auch sehr oft der Bleiglanz, der Kupferkies und das Buntkupfererz, aus welchen nebst dem Blei und Kupfer auch das Silber durch besondere Arbeiten gewonnen wird. Eigentliche Silbererze (im engeren Sinne des Wortes) sind vorzüglich: das Gediegen-Silber (Silber mit mehr oder weniger Gold verbunden), der Silberglanz, das Glaserz, Glanzerz (schwefelhaltiges Silber), das Schwarzgültigerz oder Sprödglasserz und das Rothgültigerz oder Rothgülden (beide aus Silber, Schwefel und Antimon oder Arsenik bestehend), das Weißgültigerz (Verbindung von Silber, Schwefel, Blei und Antimon).

Aus silberhaltigem Bleiglanz wird durch den gewöhnlichen Bleihüttenproceß das silberhaltige Blei (Werk-

blei) dargestellt, aus diesem aber durch das Abtreiben das Silber getrennt.

Silberhaltige Kupfererze werden auf sehr verschiedene Weise behandelt: a) Man stellt, auf die beim Kupferausbringen gewöhnliche Weise, silberhaltiges Schwarzkupfer dar, schmelzt dieses in einem niedrigen Schacht-ofen mit Blei oder Bleiglätte (Frischen oder Verbleien des Schwarzkupfers) und unterwirft die erhaltene Verbindung von Kupfer, Blei und Silber der Saigerung, wobei durch Erhitzung die leichtflüssige Mischung von Blei und Silber ausschmilzt, aus welcher dann durch Abtreiben das Silber zu gewinnen ist. b) Man schmelzt die Kupfererze mit geröstetem Bleiglanze und erhält dabei silberhaltiges Blei, welches abgetrieben wird. c) Man verschmelzt die Erze auf Rohstein, welcher den Silbergehalt einschließt, durch Schmelzen mit geröstetem Bleiglanz oder mit Glätte verbleit und dann ausgesaigert wird, um Werkblei zu erhalten, das durch die Treibarbeit auf Silber verarbeitet wird. d) Man verschmelzt die Erze entweder nur zu Rohstein oder ferner zu Schwarzkupfer, und gewinnt aus diesen beiden Producten das Silber durch Amalgamation, auf ähnliche Weise wie aus Silbererzen.

Die eigentlichen Silbererze werden entweder durch den Schmelzproceß oder durch die Amalgamation zu Gute gemacht.

a) Schmelzproceß. In dem seltenen Falle, daß reiche und von Bergart ziemlich reine Silbererze in größeren Stücken zu verarbeiten sind, werden diese entweder mit Bleizusatz in Graphittiegeln geschmolzen, oder auf dem Treibherde beim Abtreiben silberhaltigen Bleies zugesetzt. In beiden Fällen geht der Schwefel des Silbererzes mit dem Blei in Verbindung und das Silber wird abgeschieden. — Ärmere und weniger reine Erze (welche aber wenig oder kein Kupfer enthalten) werden entweder mit Zusatz von Schwefelkies (Schwefeleisen) verschmolzen (Roharbeit), wobei man einen vorzüglich aus Schwefeleisen bestehenden, das Silber enthaltenden

Rohstein gewinnt, welcher geröstet, mit Blei, Bleiglätte oder geröstetem Bleiglanz wieder geschmolzen, ein silberhaltiges, zum Abtreiben geeignetes Blei liefert (Verbleiungsschmelzen, Bleiarbeit). Oder man erzeugt durch Schmelzen der Erze einen aus Schwefelsilber und andern Schwefelmetallen gemischten Rohstein (Pech), der aus dem Ofen in eine mit Blei zum Theil gefüllte Grube abgelassen und darin mit dem Blei durchgerührt wird (Eintränkarbeit). Das Silber vereinigt sich mit dem Blei; die fremden Schwefelmetalle scheiden sich auf der Oberfläche ab. Das silberhaltige Blei wird abgetrieben.

In allen bisher aufgeführten Fällen, wo das letzte Product der Schmelzung von Blei-, Kupfer- oder Silbererzen ein silberhaltiges Blei (Werblei) ist, muß aus diesem das Silber durch Abtreiben (Treibarbeit, Treiben) geschieden werden. Man bedient sich dazu eines zirkelrunden, vertieften, von ausgelaugter, zusammengestampfter Holzasche gebildeten Treibherdes, welcher durch die Flamme aus dem seitwärts angebrachten Feuerherde geheizt wird. Auf diesem Herde, der mit einer kuppelartigen Haube bedeckt ist, wird das Blei eingeschmolzen und im flüssigen Zustande dem Windstrome zweier Blasebälge ausgesetzt, wodurch das Blei nebst dem noch in der Mischung befindlichen Kupfer etc. oxydirt wird und, in Glätte verwandelt, abfließt, das Silber aber zuletzt ziemlich rein (Blicksilber, bergfeines Silber, 2 bis 5 Procent Beimischungen, hauptsächlich Blei enthaltend) zurückbleibt.

b) Der Amalgamationsproceß kann, theils aus chemischen, theils aus ökonomischen Gründen, nicht bei silberhaltigen Blei- und Kupfererzen, sondern nur bei eigentlichen Silbererzen angewendet werden. Der Zweck desselben ist, das Silber in Verbindung mit Quecksilber (als Amalgam) abzuscheiden und es dann von diesem zu trennen. Die gepochten Erze werden in Vermengung mit Kochsalz in einem Flammenofen geröstet, wodurch das Schwefelsilber sich in Chlorsilber verwan-

delt; dann feingemahlen, nebst Wasser, Quecksilber und Eisenstücken (geschmiedeten eisernen Platten) in Fässer gegeben, welche man etwa 18 Stunden lang in eine drehende Bewegung um ihre Achse setzt. Dabei wird das nasse Chlorsilber durch das Eisen zerlegt, das abgeschiedene Silber aber (nebst Kupfer u. s. w.) mit dem Quecksilber zu einem flüssigen Amalgame verbunden. Letzteres wird durch Auspressen in Zwillichbeuteln von dem überschüssigen Quecksilber befreit, endlich in flachen eisernen Retorten oder auf gußeisernen Schüsseln, unter eisernen, in Wasser stehenden Cylindern, ausgeglüht. Das Quecksilber verflüchtigt sich und verdichtet sich wieder im Wasser. Der Rückstand vom Ausglühen ist ein noch mit Antheilen fremder Metalle verunreinigtes (gewöhnlich 12- bis 13löthiges) Silber. Es wird in Graphittiegeln unter Luftzutritt geschmolzen, um die fremden Metalle größtentheils zu oxydiren und als oben schwimmende Schlacke abzusondern.

Auf gleiche Weise, wie die Silbererze, wird öfters auch der aus silberhaltigen Kupfererzen dargestellte Rohstein oder das Schwarzkupfer — nach vorgängiger Röstung mit Kochsalz u. s. w. — der Amalgamation unterworfen, um das Silber abzuscheiden.

Das durch den Schmelzproceß und nachfolgendes Abtreiben oder durch Amalgamation gewonnene Silber ist in der Regel noch nicht rein genug, um als Feinsilber in den Handel gebracht zu werden. Man erreicht aber die beinahe völlige Reinheit durch eine letzte Arbeit, welche das Feinbrennen des Silbers genannt wird. Besteht die Hauptverunreinigung (wie bei allem durch die Treibarbeit erhaltenem Silber) in Blei, so ist das Feinbrennen eigentlich nur eine unmittelbare Fortsetzung des Abtreibens, nur in kleinerem Raume, nämlich ein Schmelzen unter Zutritt der Luft, welche das Blei und die Reste der fremden Metalle oxydirt und verschlackt. Man bedient sich dazu eines Testes (einer aus ausgelaugter Holzasche in einem eisernen Ringe geschlagenen Schüssel, gleichsam einer großen Kapelle) in dessen Zwischenräumen

das geschmolzene Bleiornd eingesogen wird, während entweder ein Gebläse auf die Oberfläche des Metalles wirkt, oder der freie Luftzug über den unter einer großen Muffel stehenden Test hinstreicht, auch wohl eines Flammeofens, der im Wesentlichen nicht von dem Treibofen verschieden ist. Enthält das feinzubrennende Silber fein oder nur sehr wenig Blei, dagegen Kupfer und andere Metalle, so schmelzt man es mit Blei ein und behandelt es dann wie im vorigen Falle. Die vorhin erwähnte Reinigung des bei der Amalgamation gewonnenen Silbers durch Schmelzung in Tiegeln ist eine Art Feinbrennen ohne Bleizusatz. Das feingebrennte Silber heißt Brandsilber, Feinsilber, und soll nicht über $\frac{1}{5}$ Procent unedle Metalle enthalten; häufig findet sich aber darin eine sehr kleine Menge Gold, welches bei allen früheren Operationen stets in Begleitung des Silbers geblieben ist und durch ein besonderes Verfahren davon getrennt werden kann (s. unter Gold).

Mit Kupfer legirtes Silber (z. B. alte Münzen und dergl.) soll oftmals gereinigt und daraus das Silber dargestellt werden (Silberscheidung, Feinmachen, Affiniren des Silbers). Zu diesem Behufe wird das (nöthigen Falls besonders granulirte oder sonst zerfleinerte) Metallgemisch durch Rösten in einem Flammeofen oxydirt und in bleiernen Pfannen mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, welche nur das Kupfer auflöst, das Silber aber, nur noch mit 5 bis 6 Procent Kupfer verbunden, zurückläßt. Dieses unreine Silber wird nun mit concentrirter Schwefelsäure in gußeisernen bedeckten Kesseln gekocht; das etwa vorhandene Gold bleibt als schwarzer Staub zurück, das Silber und Kupfer aber lösen sich auf, und aus dieser Flüssigkeit schlägt man durch hineingestellte Kupferbleche das Silber in Pulvergestalt nieder. Die endlich bleibende Auflösung enthält nur Kupfervitriol (schwefelsaures Kupferoxyd).

Das Silber aus den Feilspänen und andern Abfällen der Silberarbeiter (Kraße, Silberkraße) wird durch

Amalgamation in sogenannten Krázmühlen wieder gewonnen, eben so wie das Gold aus ähnlichen Abfällen, worin es enthalten ist.

Zehntes Capitel.

V o m G o l d e.

Das Gold wird, mit noch viel mehr Grund als das Silber, nie rein verarbeitet, sowohl weil es sehr weich und der Abnutzung unterworfen ist, als wegen seiner Kostspieligkeit. Der Zusatz ist meistentheils sehr beträchtlich, und besteht entweder in Kupfer (rothe Karatirung), oder in Silber (weiße Karatirung), oder in Kupfer und Silber (gemischte Karatirung). Die Farbe des legirten oder karatirten Goldes ist desto röthlicher, je mehr es Kupfer, und desto blasser gelb, je mehr es Silber enthält. Zum Behufe der Gehaltsbestimmung wird die Mark Gold in 24 Karat, der Karat in 12 Grán getheilt. Ein Grán ist also, wie beim Silber, der 288ste Theil der Mark. Man drückt den Feingehalt des Goldes dadurch aus, daß man angibt, wie viel Karat und Grán reinen (feinen) Goldes in der Mark enthalten sind. So besteht 14karatiges Gold aus 14 Theilen Gold und 10 Theilen Zusatz; Gold von 7 Karat 10 Grán aus $7\frac{10}{12}$ Gold und $16\frac{2}{12}$ Zusatz. Auf das im Zusatz etwa enthaltene Silber wird keine Rücksicht genommen. Zu bessern Arbeiten wird in den meisten deutschen Ländern 14karatiges und auch 18karatiges Gold verwendet; zu leichteren Waaren verarbeitet man aber oft viel schlechteres, selbst 6-, 4- und 3karatiges, wo man dem äußern Ansehen zum Theil durch Bergoldung nachzuhelfen genöthigt ist. Das feinste verarbeitete Gold sind die Ducaten; das Ducatengold hält $23\frac{1}{2}$ bis $23\frac{2}{3}$ Karat, also nur $\frac{1}{48}$ oder $\frac{1}{72}$ Zusatz. Das Pistolengold ist $21\frac{2}{3}$ karatig, also aus 65 Theilen Gold und 7 Theilen Zusatz gemischt. Besondere

Legirungen werden angewendet, um Gold von verschiedenen Farben zu Verzierungen auf Goldarbeiten hervorzubringen: grünes Gold aus 2 bis 3 Theilen fein Gold und 1 Theil fein Silber; blaßgelbes Gold aus 1 Theil fein Gold und 2 Theile fein Silber; rothes Gold aus gleich viel fein Gold und Kupfer *zc.* Diese Mischungen werden mannichfaltig abgeändert, um verschiedene Farbenabstufungen zu gewinnen. Graues Gold entsteht durch Verbindung des feinen Goldes mit Stahl oder mit Stahl und Silber, z. B. 30 Theile Gold, 3 Theile Silber und 2 Theile Stahlfeilspäne, oder 4 Theile Gold und 1 Theil Stahl.

Die Legirung des Goldes geschieht durch Zusammenschmelzen in Graphittiegeln im Windofen oder in der Esse; sorgfältiges Umrühren ist hierbei sehr wesentlich, um eine gleichförmige Mischung zu erhalten, da das Gold wegen seines großen spec. Gewichtes sich sehr leicht in größerer Menge auf den Boden des Tiegels begibt. Da gewöhnlich alte Goldarbeiten von verschiedenem Gehalte einzuschmelzen sind, so legirt man diese mit einander in solchem Verhältnisse, daß entweder schon hierdurch oder nöthigen Falls erst noch durch Zusatz von Kupfer und Silber, oder von Ducatengold, derjenige Feingehalt entsteht, welchen man beabsichtigt. Das angewendete Kupfer muß sehr rein, und das alte Gold nicht mit Zinnloth verunreinigt sein, denn sehr kleine Beimischungen von Zinn, Blei oder Zink vermindern die Dehnbarkeit des Goldes merklich.

Das Probiren des Goldes geschieht auf dem Probirsteine mittelst der Probirnadeln oder Goldstreichnadeln; genauer durch Abtreiben (Kupelliren, Kapellenprobe) oder durch die nasse Probe. Bei der Strichprobe muß man Probirnadeln von rother, weißer und gemischter Karatirung, und zwar von wenigstens 8 bis zu 24 Karat (fein Gold) haben. Der Strich läßt sich durch seine Farbe allein nicht genau und sicher genug beurtheilen, man benezt ihn daher mit Scheidewasser (Salpetersäure) und beob-

achtet, wie viel von dem Golde unaufgelöst auf dem Steine zurückbleibt. Striche von Tombak und ähnlichen unedlen Metallmischungen, welche mit Gold verwechselt werden könnten, nimmt das Scheidewasser ganz weg. — Bei der Probe durch Abtreiben wird das Gold mit Silber und Blei zusammengesmolzen und die Mischung wie eine Silberprobe behandelt. Es bleibt ein goldhaltiges Silberkorn zurück, welches zu einem Streifen ausgehämmert und mit Salpetersäure gekocht wird, wobei diese das Silber auflöst, das Gold aber rein zurückläßt. — Bei der nassen Probe wird das legirte Gold in Königswasser aufgelöst, und durch Eisenvitriol das reine Gold aus der Auflösung abgeschieden, oder man schmelzt das zu prüfende Metall mit Silber zusammen und löst es in Salpetersäure auf, wobei das Gold zurückbleibt. In diesen beiden Fällen, so wie bei der Kapellenprobe, zeigt das Gewicht des zuletzt erhaltenen reinen Goldes, verglichen mit dem Gewichte der angewendeten Legirung, den Feingehalt der letztern an.

Durch die Legirung wird das Gold leichtflüssiger, weniger dehnbar, aber viel härter und fester; auch erlangt das legirte Gold durch Hämmern, Walzen und Drahtziehen viel schneller und in viel höherm Grade, als das reine Gold, eine solche Härte (und selbst Sprödigkeit), daß man es ausglühen muß, um die Bearbeitung fortsetzen zu können. Drähte aus Pistolengold ($21\frac{2}{3}$ Karätig) zerreißen durch eine Kraft, welche, für den Quadratzoll berechnet, 58,100 Pfund beträgt. Drähte aus 14karätigem Golde, welches zu $\frac{7}{10}$ mit Kupfer und $\frac{3}{10}$ mit Silber legirt war (also aus 14 Theilen Gold, 7 Theilen Kupfer und 3 Theilen Silber bestand), zerrissen bei einer Belastung, welche, auf einen Quadratzoll reducirt, von 117,800 bis 141,200 Pfund stieg, wenn sie hartgezogen, und von 87,200 bis 101,100 Pfund, wenn sie geglüht waren.

Das Vorkommen des Goldes in der Natur ist nicht sehr mannichfaltig, denn dieses Metall findet sich stets in regulinischer Gestalt, und zwar mit mehr oder

weniger von andern Metallen, immer aber mit Silber verbunden. Unter allen Golderzen ist allein das Gediegen-Gold in metallurgischer Hinsicht von Bedeutung, da die übrigen zu selten vorkommen. Das Gediegen-Gold (in welchem das Gold mit sehr wandelbaren Mengen von Silber und zuweilen mit Platin verbunden ist) findet sich theils in Bergwerken, eingesprengt in Quarz, Schwefelkies (Goldkies), Brauneisenstein, Bleiglanz, Silber- und Kupfererzen (Berggold); theils körnerweise im Sande der Flüsse und in dem von Flüssen aufgeschwemmten lockern Lande (Waschgold). Das letztere wird bloß durch sorgfältiges Schlämmen so viel möglich von den Sandkörnern u. s. w. abgesondert, dann entweder in Tiegeln zusammenschmolzen, oder mit Blei eingeschmolzen und auf dem Treibherde oder Teste abgetrieben, oder durch Amalgamation rein dargestellt. Die Gewinnung des Berggoldes ist weitläufiger. Man muß die Erze zu feinem Mehle zerpochen, hierauf sorgsam schlämmen, um die fremdartigen Theile nach Möglichkeit abzusondern; endlich entweder durch den Schmelzproceß oder durch die Amalgamirung das Gold ausscheiden. Diese beiden Proceße werden auf dieselbe Art ausgeführt, wie beim Silber angegeben worden ist. Da in allen Fällen das Gold in Begleitung von Silber auftritt und durch alle Arbeiten mit demselben vereinigt bleibt, so ist das Product der Operationen, sowohl bei der Waschgold- als bei der Berggoldgewinnung, stets ein silberhaltiges Gold, oder (noch gewöhnlicher, wenn das Silber überwiegt) ein goldhaltiges (güldisches) Silber. Daher ist zuletzt immer noch die Trennung dieser beiden Metalle erforderlich, welche durch die sogenannte Goldscheidung bewirkt wird. Gegenwärtig verdrängt die Scheidung durch Schwefelsäure alle andern früher ausgeübten Scheidungsmethoden. Das güldische Silber wird durch Schmelzen und Ausgießen in Wasser in Körner verwandelt (granulirt). Ist die Menge des Goldes in der Mischung überwiegend, so muß letztere noch mit Silber zusammenschmolzen werden, weil die Schwefel-

säure nur auf eine Legirung, in welcher das Silber stark vorherrschend ist (d. h. wohl auf goldhaltiges Silber, nicht aber auf silberhaltiges Gold), einwirkt. Man bringt das granulirte Metall in einen gußeisernen Kessel, der mit einem bleiernen Deckel, einem Sicherheitsventile und einem Abzugrohre für die Dämpfe versehen ist, übergießt es mit starker Schwefelsäure und kocht es so lange, bis das Silber gänzlich aufgelöst ist, wobei das Gold als Pulver zurückbleibt. Man schmelzt es in Ziegeln zusammen, die schwefelsaure Auflösung aber wird in bleierne Pfannen gebracht, wo man Kupferplatten in dieselbe stellt, um das Silber als metallischen Staub abzuscheiden, der dann auf einem Test zusammengesmolzen und mit Bleizusatz fein gebrannt wird. Bei der Wohlfeilheit der Schwefelsäure und seit man (statt der früher angewendeten Platingefäße) eiserne Kessel anwenden gelernt hat, ist die Scheidung selbst bei solchem Silber noch lohnend, welches kaum $\frac{1}{100,000}$ oder $\frac{1}{1000}$ Proc. feines Gewichtes an Gold enthält, so daß schon viel altes verarbeitetes Silber, in welchem fast immer ein sehr kleiner Goldgehalt sich findet, mit Vortheil geschieden, d. h. zur Gewinnung des Goldes in Schwefelsäure aufgelöst worden ist.

Die Feilspäne, Abschabsei und andere Abfälle von der Verarbeitung des Goldes (Kräße, Gefräß, Goldfräße) werden zur Wiedergewinnung des Goldes einem Amalgamationsproceße in den sogenannten Kräßmühlen unterworfen. Letztere bestehen aus Rufen mit eingesezten eisernen Schalen und einer Rührvorrichtung, oder aus einer Tonne, welche um ihre Achse gedreht wird. Die Kräße wird nebst Quecksilber und heißem Wasser eingefüllt und ein paar Stunden durch den Mechanismus gerieben oder geschüttelt, wobei das Gold mit dem Quecksilber sich zu einem Amalgame verbindet. Dieses trennt man durch Auspressen in einem ledernen Beutel von überflüssigem Quecksilber, destillirt es zur gänzlichen Entfernung des Quecksilbers aus eisernen Retorten und schmelzt endlich das zurückgebliebene Gold zusammen. War die

Kräße silberhaltig, so ist das Product eine Mischung aus Gold und Silber, welche auf die schon angegebene Weise geschieden werden kann.

Fünftes Capitel.

Vom Platin.

Die Anwendungen des Platins in den Gewerben sind noch ziemlich beschränkt. Man verfertigt daraus Schmelztiegel, Abdampfschalen u. s. w. für chemische Laboratorien, Destillirkessel für Schwefelsäurefabriken; in Rußland wird es seit einigen Jahren ausgemünzt; dünne, nach Art des Blattgoldes aus Platin geschlagene Blättchen wendet man öfters statt des Silbers zum Belegen hölzerner Rahmen, Schnitzarbeit u. s. w. an, wobei das Platin besonders neben der Vergoldung eine gute Wirkung macht; weiße Verzierungen auf Goldschmuck werden aus Platin hergestellt, ja Kettchen u. dgl. sind zuweilen ganz aus Platin gemacht worden, haben jedoch wegen ihrer unansehnlichen Farbe wenig Beifall gefunden.

Das Platinerz (das rohe Platin, der Platinsand), woraus das Platin dargestellt wird, findet sich in Südamerika und am Ural in Körnern von der Größe eines feinen Sandes bis zu der einer Erbse und zuweilen in noch viel größeren Stücken; es enthält nicht unbeträchtliche Beimischungen von andern Metallen, als: Eisen, Kupfer, Palladium, Iridium, Rhodium, Osmium u. s. w. Um daraus das Platin darzustellen, befolgt man in Rußland folgendes Verfahren. Das Erz wird in großen Porzellschalen mit Königswasser (aus drei Theilen Salzsäure von spec. Gewichte 1,205 und einem Theile Salpetersäure von spec. Gewichte 1,375) übergossen und durch acht- bis zehnstündige Erwärmung aufgelöst. Die Auflösung wird in Glasgefäßen mit Salmiakauflösung vermischt, wodurch ein gelber pulveriger Niederschlag (Platinsalmiak) sich abscheidet, der aus

salzsaurem Platinoxyd und salzsaurem Ammoniak besteht, mit Wasser ausgewaschen, getrocknet, endlich in Schalen von Platin geglüht wird. Er hinterläßt hierbei das Platin als eine Masse kleiner, lockerer und weicher Klumpchen von grauer Farbe und ohne Glanz (Platin-schwamm, schwammiges Platin). Geschmolzen kann das Metall nicht werden, man muß es daher durch eine Art Schweißung in die Gestalt zusammenhängender, schmiedbarer Massen bringen. Zu diesem Behufe wird der Platinschwamm in einem messingenen Mörser mit einem ebenfalls messingenen Pistill zerrieben, durch ein feines Sieb gesiebt, in eine cylindrische gußeiserne Form gefüllt, und durch einen darauf gesetzten, in die Form passenden, stählernen Stempel mittelst einer mächtigen Schraubenpresse so stark als möglich zusammengedrückt. Nach dem Herausnehmen aus der Form erscheint das Metall als ein niedriger Cylinder, der zwar dicht aussieht, aber doch noch beim Schlagen zerbröckelt. Eine Anzahl solcher Cylinder oder Scheiben wird nun im Porzellanbrennofen durch 36 Stunden heftig geglüht, wobei sie bedeutend zusammenschwinden, sodaß eine Scheibe von 4 Zoll Durchmesser und $\frac{3}{4}$ Zoll Dicke nach dem Glühen nur noch $3\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser und $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke besitzt. In diesem Zustande läßt sich das Platin ohne besondere Vorsicht schmieden und sodann durch Walzen zu Blech ausdehnen, zu Draht ziehen, überhaupt beliebig verarbeiten.

