

# Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

H. Wedding

## Das Eisenhüttenwesen

Dritte Auflage



Verlag von B. G. Teubner in Leipzig

*Kloster*



*Dv 5185<sup>3</sup>*

Ein vollständiges Verzeichnis der Sammlung „Aus Natur  
und Geisteswelt“ befindet sich am Schluß dieses Bandes.

N 500: 108.

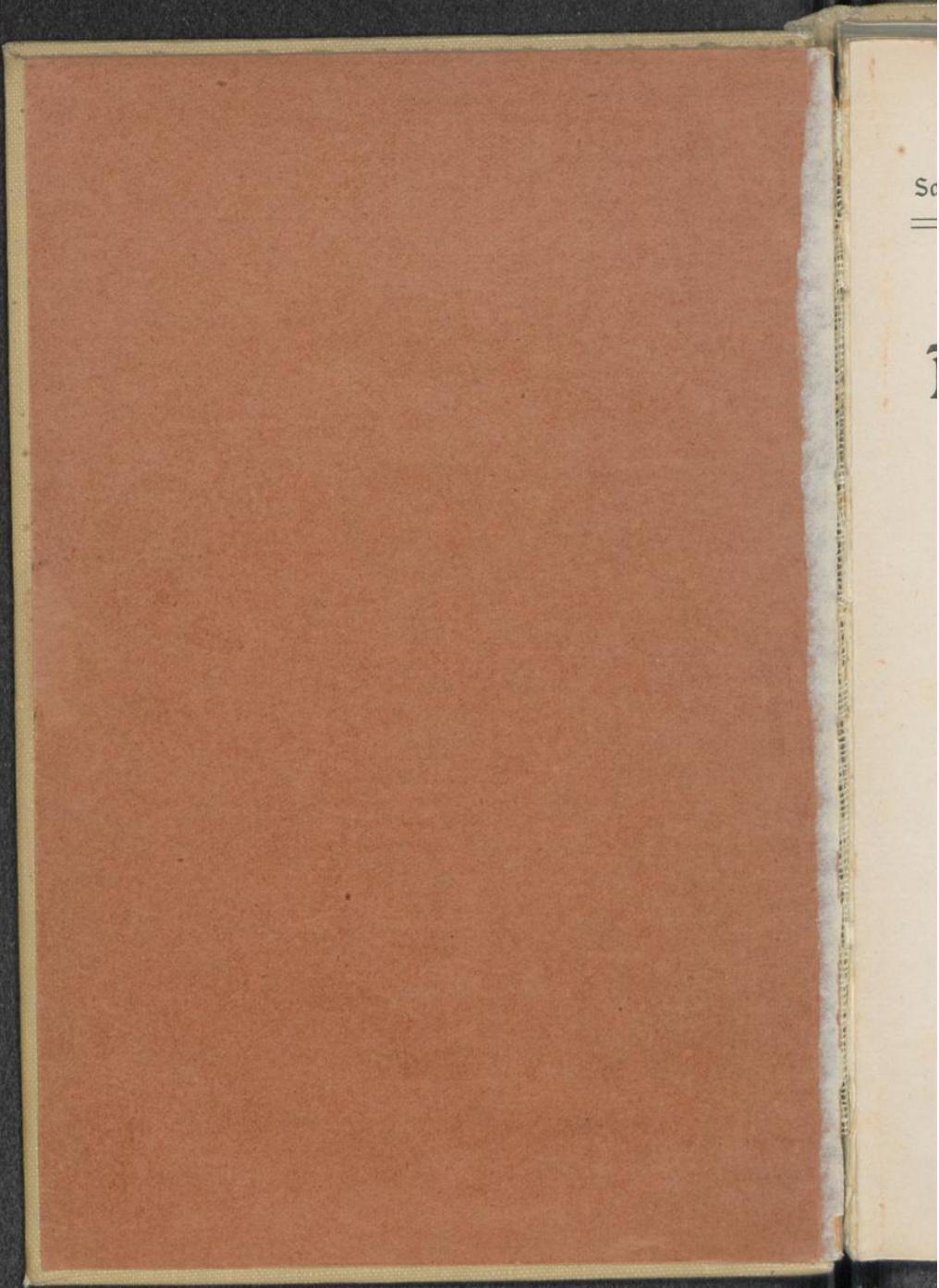
## Die Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“

die nunmehr auf ein zehnjähriges Bestehen zurückblicken darf und jetzt zweihundert Bändchen umfaßt, von denen 40 bereits in zweiter bis vierter Auflage vorliegen, verdankt ihr Entstehen dem Wunsche, an der Erfüllung einer bedeutsamen sozialen Aufgabe mitzumirken. Sie soll an ihrem Teil der unserer Kultur aus der Scheidung in Kasten drohenden Gefahr begegnen helfen, soll dem Gelehrten es ermöglichen, sich an weitere Kreise zu wenden, dem materiell arbeitenden Menschen Gelegenheit bieten, mit den geistigen Errungenschaften in Fühlung zu bleiben. Der Gefahr, der Halbbildung zu dienen, begegnet sie, indem sie nicht in der Vorführung einer Fülle von Lehrstoff und Lehrsätzen oder etwa gar unerwiesenen Hypothesen ihre Aufgabe sucht, sondern darin, dem Leser Verständnis dafür zu vermitteln, wie die moderne Wissenschaft es erreicht hat, über wichtige Fragen von allgemeinstem Interesse Licht zu verbreiten. So lehrt sie nicht nur die zurzeit auf jene Fragen erzielten Antworten kennen, sondern zugleich durch Begreifen der zur Lösung verwandten Methoden ein selbständiges Urteil gewinnen über den Grad der Zuverlässigkeit jener Antworten.

Es ist gewiß durchaus unmöglich und unnötig, daß alle Welt sich mit geschichtlichen, naturwissenschaftlichen und philosophischen Studien befaße. Es kommt nur darauf an, daß jeder Mensch an einem Punkte sich über den engen Kreis, in den ihn heute meist der Beruf einschließt, erhebt, an einem Punkte die Freiheit und Selbständigkeit des geistigen Lebens gewinnt. In diesem Sinne bieten die einzelnen, in sich abgeschlossenen Schriften gerade dem „Laien“ auf dem betreffenden Gebiete in voller Anschaulichkeit und lebendiger Frische eine gedrängte, aber anregende Übersicht.

Freilich kann diese gute und allein berechtigte Art der Popularisierung der Wissenschaft nur von den ersten Kräften geleistet werden; in den Dienst der mit der Sammlung verfolgten Aufgaben haben sich denn aber auch in dankenswertester Weise von Anfang an die besten Namen gestellt, und die Sammlung hat sich dieser Teilnahme dauernd zu erfreuen gehabt.

So wollen die schmucken, gehaltvollen Bändchen die Freude am Buche wecken, sie wollen daran gewöhnen, einen kleinen Betrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden. Durch den billigen Preis ermöglichen sie es tatsächlich jedem, auch dem wenig Begüterten, sich eine kleine Bibliothek zu schaffen, die das für ihn Wertvollste „Aus Natur und Geisteswelt“ vereinigt.



Sc  
==

*h. Haefner.*

## Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

20. Bändchen

# Das Eisenhüttenwesen

erläutert in acht Vorträgen von

Professor Dr. H. Wedding

Geheimer Bergrat

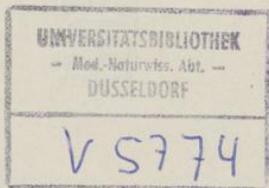
*gepl. 1908.*

Dritte Auflage

Mit 15 Textfiguren



Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig 1908



Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

# Den deutschen Arbeitern

gewidmet

ter.

## Vorwort zur ersten Auflage.

In mehreren Wintern habe ich auf Veranlassung der Centralstelle für Arbeiter-Wohlfahrts-Einrichtungen gemeinverständliche Vorlesungen für Arbeiter über Eisenhüttenwesen in der Königl. Bergakademie zu Berlin gehalten.

Wenn auch die Aufmerksamkeit der stets gleich zahlreichen Zuhörer nichts zu wünschen übrig ließ, wie die vielen nach Schluß jeder Vorlesung gestellten verständigen Fragen bewiesen, so wurde doch mehrfach der Wunsch laut, den Inhalt der Vorträge auch weiteren Arbeiterkreisen zugänglich zu machen.

Diesem Wunsche komme ich gern nach, aber ich muß doch den Kreis, für welchen die nachstehend gedruckt vorliegenden Vorträge bestimmt sind, genau begrenzen.

Unter gemeinverständlich darf man nicht „oberflächlich“ verstehen. Soll eine Vortragsweise nicht oberflächlich werden, so muß sie von der Voraussetzung eines ganz bestimmten Maßes an Kenntnissen der Zuhörer ausgehen, und dieses Maß war bedingt dadurch, daß einerseits meine Zuhörer nur Arbeiter waren, von denen eine Schulbildung, wie sie die Volksschule bietet, vorausgesetzt werden durfte, daß andererseits unter diesen Zuhörern sich fast ausschließlich Metallarbeiter (Former, Gießer, Dreher, Monteure, Eisenbahner, Maschinisten usw.) befanden, von denen eine hinreichende Kenntnis der wichtigsten Eigenschaften des Metalls, welches sie täglich unter den Händen haben, angenommen werden konnte.

Die Vorträge waren dagegen ebenjowenig für Leute berechnet, welche eine höhere wissenschaftliche Ausbildung genossen hatten, als für solche Arbeiter, welchen die Kenntnisse von Metallen ganz abgingen (Bäcker, Müller, Weber usw.).

Für den beschränkten Kreis derjenigen Arbeiter, welche mit Metallen umgehen, daher auch wissen, was unter einer Kessel- oder Kuppelofen, einem Dampfessel und dergleichen mehr zu verstehen ist, sind auch in erster Linie die nachstehend in etwas veränderter Form gedruckten Vorträge bestimmt.

gleit  
mitt  
nicht  
Einf  
in B  
sind.

zwei  
zwei  
im ü  
nur

für n  
gerei

und  
Ersch  
wesen  
Nebe  
zitat  
bildu  
kunde  
entno

Die Vorlesungen waren von zahlreichen Experimenten begleitet; Modelle und Zeichnungen erläuterten sie. Diese Hilfsmittel sind ebensowenig wie das lebendige Wort ersetzbar, selbst nicht durch größere Ausführlichkeit in der Beschreibung und durch die Einfügung einiger Zeichnungen, welche meinem bei Ernst & Sohn in Berlin erschienenen „Grundriß der Eisenhüttenkunde“ entlehnt sind. Ich hoffe trotzdem allgemein verständlich geblieben zu sein.

Berlin, im Januar 1900.

Der Verfasser.

### Vorwort zur zweiten Auflage.

Bei der Durchsicht der Vorträge behufs Veranstaltung der zweiten Auflage sind einige Unklarheiten beseitigt und die in- zwischen gemachten Fortschritte im Eisenhüttenwesen berücksichtigt, im übrigen aber Anordnung des Stoffes und Darstellungsweise nur unwesentlich geändert worden.

Möge auch diese zweite Auflage den deutschen Metallarbeitern, für welche die Schrift bestimmt ist, zur Belehrung und zum Nutzen gereichen!

Berlin, im November 1903.

Der Verfasser.

### Vorwort zur dritten Auflage.

Auch in der dritten Auflage sind Anordnung des Stoffes und Darstellungsweise nicht geändert worden, aber die seit dem Erscheinen der zweiten Auflage im Eisenhüttenwesen gemachten wesentlichen Fortschritte, namentlich in bezug auf Verwertung der Nebenerzeugnisse des Hochofens und auf Anwendung der Elektrizität konnten nicht unberücksichtigt bleiben. Einige weitere Ab- bildungen sind meinem ausführlichen Lehrbuche der Eisenhütten- kunde (Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig) entnommen.

Berlin, im Dezember 1907.

Der Verfasser.

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Erste Vorlesung. Bedeutung des Eisens für den Volkswohlstand	1
Entwicklung des Eisenhüttenwesens . . . . .	1
Gegenwärtiger Stand des Eisenhüttenwesens . . . . .	4
Zweite Vorlesung. Chemische, physikalische und geologische Grundlagen . . . . .	5
1. Chemische Grundlagen . . . . .	5
2. Physikalische Grundlagen . . . . .	13
3. Geologische Grundlagen . . . . .	19
Dritte Vorlesung. Die Eisenerze und die Brennstoffe . . . . .	22
1. Eisenerze . . . . .	22
2. Brennstoffe . . . . .	28
Vierte Vorlesung. Die Arten des Eisens und ihre Benennung	36
Fünfte Vorlesung. Das Roheisen . . . . .	42
Hochofenprozeß . . . . .	46
Sechste Vorlesung. Schmiedbares Eisen. Frischen . . . . .	60
Puddeln (Schweißeisen) . . . . .	63
Bessemer (Flußeisen) . . . . .	67
Schmiedbarer Guß (festes Eisen) . . . . .	72
Siebente Vorlesung. Kohlungs-, Desoxydations- und Verbesserungsarbeiten . . . . .	74
1. Kohlungs- und Desoxydationsarbeiten . . . . .	74
Zementprozeß . . . . .	74
Bessemer-Flußeisen . . . . .	76
Flammofenflußeisen (Martin-Flußeisen) . . . . .	78
2. Verbesserungsarbeiten . . . . .	84
Schweißen . . . . .	85
Dichten . . . . .	87
Gußstahldarstellung . . . . .	89
Elektrostahldarstellung . . . . .	91
Rückblick . . . . .	93
Achte Vorlesung. Formgebung, Härtung, Roßt . . . . .	95
A. Formgebung . . . . .	95
1. Schmelz- und Gießarbeit . . . . .	96
a) Darstellung der Gußwaren . . . . .	96
b) Darstellung der Flußwaren . . . . .	100
2. Schmieden, Walzen, Pressen . . . . .	101
B. Härten des Stahls . . . . .	107
C. Roßt . . . . .	109
Schluß . . . . .	111
Sachverzeichnis . . . . .	113

Bed  
 stand  
 Leber  
 über  
 ginnu  
 bedie  
 schne  
 Töpf  
 Ofen  
 mein  
 Beil  
 Ham  
 herar  
 aus  
 bear  
 die i  
 selb  
 Dhn  
 tät e  
 auf  
 span  
 läuf  
 Ged  
 größ  
 y

	Seite
Stand	1
..	1
..	4
fische	5
..	5
..	13
..	19
..	22
..	22
..	28
nung	36
..	42
..	46
..	60
..	63
..	67
..	72
Ver-	74
..	74
..	74
..	76
..	78
..	84
..	85
..	87
..	89
..	91
..	93
..	95
..	95
..	96
..	96
..	100
..	101
..	107
..	109
..	111
..	113

## Erste Vorlesung.

### Bedeutung des Eisens für den Volkswohlstand.

#### Entwicklung des Eisenhüttenwesens.

Die Bedeutung des Eisens für den gegenwärtigen Wohlstand der gesamten Bevölkerung der Erde, besonders aber für das Leben der gebildeten Völker, fällt ins Auge, sobald ein Ueberblick über die Werkzeuge, deren wir uns bedienen, gehalten wird. Beginnen wir mit dem kleinsten Haushalt.

Die Hausfrau näht und strickt mit eisernen Nadeln oder bedient sich der größtenteils aus Eisen hergestellten Nähmaschine, schneidet den Faden mit der eisernen Schere ab, kocht in eisernen Töpfen auf der eisernen Platte des Herdes, heizt den eisernen Ofen, glättet die Wäsche mit Hilfe des eisernen Plättbolzens. Sie, meine Herren, helfen im Haushalt, indem Sie mit dem eisernen Beile das Holz zerkleinern, den eisernen Nagel mit dem eisernen Hammer in die Wand schlagen oder ihn mit der eisernen Zange herausziehen, mit eisernem Schlüssel das eiserne Schloß öffnen.

Wenn Sie in Ihre Werkstätten kommen, ja, da ist fast alles aus Eisen: Die Meißel, die Feilen, mit denen Sie Eisenstücke bearbeiten, der Schraubstock, der Amboss. Nun gar die Maschinen, die die Bewegung hervorrufen, die Bewegung übertragen oder selbst die Arbeit verrichten, sind sie nicht alle fast allein aus Eisen? Ohne Eisen wären die Maschinen undenkbar, welche die Elektrizität erzeugen und in Licht oder Bewegung umsetzen.

Auf eisernen Schienen fährt der Eisenbahnzug entlang, der auf eisernen Rädern rollt. Die Lokomotive, die vor den Zug gespannt ist, besteht aus Eisen, der Draht, der neben der Bahn herläuft, und durch den Sie mit der Geschwindigkeit des Blitzes Ihre Gedanken mitteilen können, ist aus Eisen.

Die Schiffe, die unsere Waren in alle Welt fahren, sind größtenteils aus Eisen, die Kriegsschiffe, die den Handel beschützen,

stets. Die Waffen, mit denen wir Freiheit und Vaterland verteidigen, sind aus Eisen, die Säbel, die Gewehre, die Kanonen und die Geschosse, die von den letzteren jetzt meilenweit geschleudert werden können, bestehen aus Eisen.

Aber auch die Werkzeuge zur friedlichen Bearbeitung des Bodens, der Pflug, die Egge, die Dreschmaschine und die Dampfmaschine, die sie treibt, sind aus Eisen. Sie sehen, es wäre unmöglich, sich irgendeinen Zustand gebildeter Völker zu denken ohne Eisen.

Haben aber, werden Sie fragen, nicht auch früher Völker gelebt, die das Eisen nicht kannten, oder die es nur untergeordnet benutzten, und gelangten nicht auch diese, wie die Griechen, zu hoher Bildung?

Um diese Frage zu beantworten, ist es nötig, kurz auf die Geschichte des Eisenhüttenwesens einzugehen.

Eisen ist den Menschen so lange bekannt, als geschichtliche Überlieferungen laufen.

In den ägyptischen Pyramiden sind eiserne Werkzeuge gefunden worden, eiserne Waffen und Streitwagen weisen die ältesten Kulturreste Persiens auf, nur sind derartige Dinge der Regel nach durch Rost im Laufe der Zeit zerstört und daher seltener erhalten geblieben, als bronzene Gegenstände und Zierate aus Edelmetallen. Indessen war das Eisen in jenen Zeiten ein verhältnismäßig selten gebrauchtes, daher sehr wertvolles Metall, und das lag daran, daß die Eisendarstellung aus den Eisenerzen nur mit recht unvollkommenen Mitteln geschah und die naturwissenschaftlichen Kenntnisse zu einer Verbesserung der Gewinnungsarten fehlten.

Obwohl das Eisen eine viel größere Bedeutung erlangte, nachdem infolge der Völkerwanderung deutsche Kultur den größten Einfluß auf der Erde gewonnen hatte, blieb doch die Erzeugung desselben immer gleich. Einzelne Leute, meist mit ihrer Familie und wenigen Gesellen, stellten das Eisen inmitten dichter Waldungen auf den Höhen, wo Eisenerze lagen, in verhältnismäßig sehr kleinen Mengen dar. Das ging so bis zum Schlusse des 15. Jahrhunderts. Bis dahin hatte man es nur verstanden, schmiedbares Eisen bei Holzkohlenfeuerung unmittelbar aus den Erzen darzustellen. Man nannte das die Kennarbeit. Da er fand man den Hochofenprozeß, mittels dessen man aus den Erzen

flüssige  
eisens  
erst du  
umgew  
billiger  
als die  
G  
geschich  
y  
und H  
man n  
gewiese  
G  
die gar  
nun d  
mit de  
eisen i  
stellen  
hin, n  
Wasser  
I  
mit de  
Zustan  
nennt,  
mit an  
Alle di  
in der  
in den  
die Te  
der Ne  
Überlie  
und zu  
E  
Eigensf  
schieber  
andere  
bald sp  
auch d  
nur ei

flüssiges, nicht wie bisher nur teigiges, Eisen in der Form des Roheisens darzustellen vermochte. Dieses Roheisen mußte allerdings erst durch eine zweite Arbeit, das Frischen, in schmiedbares Eisen umgewandelt werden, aber dennoch war dieses Verfahren weit billiger, und gestattete, gleichzeitig größere Mengen darzustellen, als die alte Rennarbeit.

Eine neue Zeit brach, wie zu gleicher Zeit für die Weltgeschichte, so mit dieser Erfindung für das Eisenhüttenwesen, an.

Nun stiegen die Eisenwerke in die Flußtäler hinab, Gebläse und Hämmer wurden durch Wasserkraft bewegt; aber immer war man noch auf Holzkohle zur Erzeugung der nötigen Wärme angewiesen.

Erst als man den Wert der Steinkohle erkannte, änderte sich die ganze Sachlage. Mit der Flamme der Steinkohle führte man nun den „Puddeln“ genannten Frischprozeß aus, nachdem man mit dem Verkohlungsprodukte der Steinkohle, den Koks, das Roheisen in immer größer und größer angelegten Hochofen darzustellen gelernt hatte. Die Werke zogen sich jetzt hauptsächlich dahin, wo Steinkohlen vorkamen oder leicht zu beschaffen waren. Massenerzeugung von Eisen begann.

Doch die neuesten Fortschritte im Eisenhüttenwesen fangen mit der Möglichkeit an, das bis dahin immer nur im teigigen Zustande erzeugte schmiedbare Eisen, welches man Schweißisen nennt, wie das Roheisen in flüssigem Zustande darzustellen, mit anderen Worten, mit der Erfindung des Bessemerprozesses. Alle die zahlreichen ungeheueren Fortschritte des Eisenhüttenwesens in der Neuzeit stützen sich aber auf die Fortschritte, welche man in den Naturwissenschaften und in deren Übertragung auf die Technik gemacht hat. Nur unter Anwendung der Grundsätze der Naturwissenschaften ist es gelungen, das, was früher Zufall, Überlieferung oder langjährige Erfahrung war, in ein überlegtes und zielbewußtes Handeln umzugestalten.

Sie wissen bereits aus der Anwendung, welche verschiedenen Eigenschaften das in der Technik gebrauchte Eisen hat; wie verschieden z. B. die Härte ist, so daß man mit einem eisernen Meißel andere eiserne Gegenstände bearbeiten kann, wissen, wie das Eisen bald spröde, bald schmiedbar ist usw., und doch ist alles Eisen, auch das, was man Stahl nennt, wie wir bald erkennen werden, nur ein und dasselbe Element. Die Darstellung einer jeder

Eisenart mit ihren besonderen Eigenschaften ist also jetzt nicht mehr wie früher Zufall oder abhängig von der Geschicklichkeit eines einzelnen, sondern geschieht nach festen, allgemein bekannten Grundsätzen der Naturwissenschaften. Die wichtigsten dieser Grundsätze zu lehren, ist Aufgabe der zweiten Vorlesung.

Das Eisen, welches in einem Lande erzeugt wird, bildet die Grundlage zu dessen Macht. Wenige Länder, zu denen jetzt nur Deutschland und die vereinigten Staaten von Amerika gehören, sind in der Lage aus den aus eigenem Boden geförderten Erzen das notwendige Eisen zu erzeugen, wenngleich auch sie zur Schonung ihres Erzeichtums fremde Erze einführen.

#### Gegenwärtiger Stand des Eisenhüttenwesens.

Auf der ganzen Erde werden etwa 130 000 Kilotonnen (1 Kilotonne hat 1000 Tonnen oder 1 Million Kilogramm) Eisenerze gefördert; davon fallen rund 92 000 Kilotonnen, d. h. über 70 Prozent auf Deutschland, Großbritannien und die Vereinigten Staaten, von denen Deutschland etwa 27, Großbritannien 15, die Vereinigten Staaten 50 000 fördern; Spanien liefert rund 9500, Frankreich 8500 und Algier 570, Rußland 4000, Osterreich-Ungarn 3500, Schweden 4500, Cuba 560, Italien 380, die übrigen Länder unter 300 Kilotonnen.

Deutschland kann sich daher glücklich schätzen, noch solche Schätze zu besitzen, aber die zunehmende Erschöpfung der Eisenerze muß auch hier, wie überall, zur Sparsamkeit anspornen. Deutschland führt jetzt über 8000 Kilotonnen fremder Erze ein.

Aus den Eisenerzen werden auf der Erde rund 60 000 Kilotonnen Roheisen gewonnen, davon kommen auf die Vereinigten Staaten 26 000, auf Deutschland 12 500, auf Großbritannien 10 300, das sind zusammen über 80 Prozent, unter den anderen Ländern steht Frankreich mit 3300 Kilotonnen voran, es folgt Rußland mit 2700, alle übrigen bleiben hinter 2000 Kilotonnen zurück.

In Deutschland verbraucht jeder Bewohner im Jahre jetzt durchschnittlich gegen 150 kg Eisen.

sich m  
körper  
dagege  
den V  
Stoff  
so ist  
Zemer

nicht r  
heißen  
chemis  
kleinst

Körpe  
wie z  
gleich  
die g  
und z  
unser  
könne  
gibt e  
Weni  
hört z  
in D  
Kupf  
stoff  
größt  
verbu  
daher  
geseh  
nach

## Zweite Vorlesung.

Chemische, physikalische und geologische  
Grundlagen.

Die Physik ist derjenige Teil der Naturwissenschaft, welcher sich mit den Eigenschaften und den Veränderungen der Naturkörper beschäftigt, bei denen der Stoff gleich bleibt, die Chemie dagegen derjenige Teil, welcher sich mit den Eigenschaften und den Veränderungen der Naturkörper beschäftigt, bei denen der Stoff selbst verändert wird. Zerleinert oder schmilzt man Eisen, so ist das ein physikalischer Vorgang, wogegen Lösen in Säuren, Zementieren, Roosten des Eisens chemische Vorgänge sind.

Jeder Körper ist aus sehr kleinen, auf physikalischem Wege nicht mehr in noch kleinere Teile zerlegbaren Theilchen, die Molekeln heißen, zusammengesetzt, aber die Molekeln lassen sich noch auf chemischem Wege in ihre stofflichen Bestandteile zerlegen, deren kleinste Mengen man Atome nennt.

## 1. Chemische Grundlagen.

In der Natur sehen wir uns von unzähligen verschiedenen Körpern umgeben. Diese Körper sind gleichartig in ihrer Masse, wie z. B. Glas, oder ungleichartig, wie z. B. Granit. Die ungleichartigen Körper lassen sich mechanisch in gleichartige zerteilen, die gleichartigen lassen sich durch chemische Vorgänge zerlegen, und zwar so lange, bis endlich Stoffe erhalten werden, die mit unseren Kenntnissen und Hilfsmitteln nicht weiter zerlegt werden können. Diese Stoffe nennen wir Elemente. Solcher Elemente gibt es eine große Zahl. Man kennt mehr als siebenzig derselben. Wenige davon kommen unverbunden in der Natur vor, dahin gehört z. B. der Diamant, welcher Kohlenstoff ist, das Gold, welches in Quarzgesteinen gebiegen auftritt, das seltene Platin, aber auch Kupfer und Silber, von gasförmigen Elementen besonders Stickstoff und Sauerstoff, welche gemischt die Luft bilden; aber die größte Zahl der Elemente tritt nur mit anderen Elementen chemisch verbunden auf. Die meisten Naturkörper, die wir finden, sind daher chemisch zerlegbar, gewöhnlich sind sie sogar so zusammengesetzt, daß man sie in viele Elemente zerlegen kann. Der Regel nach gelingt es am leichtesten, solche Körper zuvörderst in ein-

fachere Verbindungen weniger Elemente zu zerlegen, und dann diese einfacheren Verbindungen in ihre Elemente zu zerteilen. Ein paar Beispiele werden Ihnen das bald zeigen. Ihnen allen ist das Gestein, welches wir Kalkstein nennen, bekannt, man benutzt ja den Kalkstein als Zuschlag beim Eisenerzschmelzen, zur Mörtelbereitung, zur Glasdarstellung und zu vielen anderen technischen Zwecken.

Hier in dieses Glas werfe ich ein paar Stückchen Kalkstein hinein, gieße eine Säure, Salzsäure, hinauf, ein gasförmiger Stoff entwickelt sich brausend und entweicht in die Luft. Dieses Gas nennt man im gewöhnlichen Leben Kohlensäure, richtiger Kohlendioxyd. Dieses Gas war also im festen Kalkstein bereits vorhanden und ist jetzt daraus befreit worden. Freilich entsteht durch die Salzsäure eine neue Verbindung, aber wir können den Kalkstein auch durch bloße Erhitzung zerlegen. Ich lege dieses Stück Kalkstein in einen Platintiegel, der mit einer Haube versehen ist, glühe, und wieder entweicht Kohlendioxyd, während nun Kalziumoxyd zurückbleibt. Beide Körper sind also engere Verbindungen des Kalksteins, lassen sich aber weiter, das Kohlendioxyd in Kohlenstoff und Sauerstoff, das Kalziumoxyd in Kalzium (ein Metall) und Sauerstoff zerlegen. Diese drei Stoffe: Kohlenstoff, Sauerstoff und Kalzium, sind nicht weiter zerlegbar, also Elemente.

Eine andere Verbindung, wir nennen sie Spateisenstein, behandeln wir ebenso wie vorher den Kalkstein und zerlegen sie in zwei engere Verbindungen, deren eine wieder aus Kohlenstoff und Sauerstoff, deren andere aus Eisen und Sauerstoff besteht.

Der rohe Spateisenstein ist durch einen gewöhnlichen Stahlhufeisenmagneten gar nicht, der seiner Kohlensäure beraubte schwach anziehbar; wenn aber jetzt dieser eisenhaltige Rückstand mit Holzkohle geglüht wird, so entsteht metallisches Eisen, welches leicht demselben Magneten folgt. Dieses Eisen läßt sich nicht weiter zerlegen, es ist also ein Element.

Ebenso gelingt es, das entwickelte Kohlenäuregas dadurch, daß man es mit Kohle erhitzt, in Sauerstoff und eine niedrigere Sauerstoff-(Oxydations-)stufe, Kohlenoxydgas, zu zerlegen. Nicht so leicht läßt sich das Kohlenoxydgas in seine Elemente Kohlenstoff und Sauerstoff zerteilen, diese Elemente aber sind wieder unzerlegbar.

So haben wir also Elemente und einfache und mehrfache chemische Verbindungen. Die einfachen chemischen Verbindungen

zeich

welc

So

dure

ich

Ma

zeig

welc

ist, d

und

schl

eiser

saur

saur

fach

erze

nim

tige

stan

tönn

bind

Ber

Bru

verf

den

nen

hier

Koh

erw

und

entt

tren

Dyt

mei

Me

zeichnen sich durch verschiedene entgegengesetzte Eigenschaften aus, welche ihnen die Namen Basen und Säuren zugezogen haben. So war z. B. jenes Kalziumoxyd, welches aus dem Kalkstein durch Glühen entstanden war, eine Base, die Flüssigkeit, welche ich Salzsäure (genauer Chlornasserstoff) nannte, eine Säure. Man kann beide Arten von Körpern meist, wie ich dies hier zeige, durch ihre Einwirkung auf Lackmuspapier unterscheiden, welches, wenn es rot ist, durch Basen blau, welches, wenn es blau ist, durch Säuren rot gefärbt wird. Die Vereinigungen von Säuren und Basen, die der Regel nach drei oder mehr Elemente einschließen, nennt man Salze. Unser Kalkstein, wie unser Spateisen sind solche Salze. Man nennt den Kalkstein chemisch: kohlen-saures Kalzium oder Kalziumkarbonat, den Spateisenstein kohlen-saures Eisen oder Eisenkarbonat.

Wenn sich nun aus einzelnen Elementen Verbindungen einfacher oder zusammengesetzter Art bilden, so wird dadurch Wärme erzeugt, und zwar der Regel nach mehr, als der neue Körper aufnimmt. Diesen Überschuss nennt man Wärmetönung. Eine wichtige chemische Regel ist nun folgende: Es bildet sich aus ihren Bestandteilen stets diejenige Verbindung, welche die höchste Wärmetönung zeigt. Genau soviel Wärme wie bei einer solchen Verbindung entsteht, genau soviel Wärme ist zur Zerlegung dieser Verbindung nötig.

Wir kommen auf diesen Vorgang bei den physikalischen Grundsätzen noch einmal zurück.

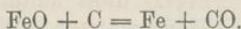
Den Vorgang der Verbindung eines Elements mit einem der verbreitetsten Elemente, dem Sauerstoff, nennt man Oxidation, den Vorgang der Entziehung des Sauerstoffs aus einem Oxide nennt man Reduktion.

Bei jeder Oxidation wird Wärme entwickelt. Ich habe hier eine mit Sauerstoff gefüllte Flasche; ich führe nacheinander Kohle, Schwefel, Phosphor, zuletzt Eisen, die ich alle ein wenig erwärmt hatte, ein. Jedes verbrennt mit herrlichem Glanze, und die Umgebung erwärmt sich kräftig; ein Beweis der Wärmeentwicklung bei der Oxidation.

Um umgekehrt oxydierte Stoffe wieder vom Sauerstoff zu trennen, könnte allerdings die gleiche Wärme, welche bei der Oxidation erhalten wird, allein genügen, aber da es in den meisten Fällen, wenigstens in der Praxis, schwierig ist, die nötige Menge von Wärme zu beschaffen, so hilft man sich bei der

Reduktion der Regel nach dadurch, daß man einen anderen Stoff mit genügender Wärmetönung hinzunimmt, so z. B. mischte ich vorhin Eisenoxyd und Kohle und erhielt metallisches Eisen, d. h. konnte den Sauerstoff leicht vom Eisen trennen, weil die Kohle, die sich ihrerseits in ein Oxydationsprodukt, Kohlenoxyd, verwandelte, die dazu nötige Wärme bei ihrer Oxydation hergab, um jene Trennung zu erleichtern.

Man kann einen solchen Vorgang in chemischen Zeichen ausdrücken, indem man Sauerstoff mit O, Eisen mit Fe, Kohlenstoff mit C bezeichnet:

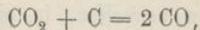


Wo man kann, pflegt man zuerst Wärme allein anzuwenden, so z. B. bei der Zerlegung des Spateisenerzes, dessen Kohlen säure man durch bloße Erhitzung, Röstfen genannt, vertreibt; aber die zurückbleibende Verbindung von Eisen und Sauerstoff allein würde man nur mit der Wärme des elektrischen Lichtbogens zerlegen können, und das wäre weit teurer, als die Kohle zu Hilfe zu nehmen. Dieser letztere Vorgang ist also insofern doppelt, als das oxydierte Eisenelement reduziert, das Kohlenstoffelement dagegen oxydiert wird.

Die in der Natur vorkommenden Stoffe, aus denen der Eisenhüttenmann das Eisen gewinnt, sind meistens Verbindungen des Metalls Eisen mit Sauerstoff. Man nennt sie Eisenerze. Man muß sie also reduzieren, um Eisen zu gewinnen. Aber da hierzu ein hoher Wärmegrad gehört, so bringt man diesen ebenfalls durch Oxydation von Kohlenstoff hervor. Die zur Wärmeerzeugung benutzten kohlenstoffreichen Körper nennt man Brennstoffe.

Bei der Oxydation dieser Brennstoffe bildet sich, wenn der dazu tretende Sauerstoff reichlich vorhanden ist, eine Verbindung, welche Kohlendioxyd heißt, im gewöhnlichen technischen Leben aber Kohlen säure genannt wird, und daselbe Gas ist, welches ich vorhin aus Kalkstein und Spateisenstein entwickelte. Leitet man diese Verbindung wieder durch glühende Kohlen, so wird sie reduziert zu einem Gase, welches sehr giftig ist und Kohlenoxyd genannt wird.

Diesen Vorgang kann man mit chemischem Zeichen so darstellen:



d. h. das Kohlendioxyd nimmt Kohlenstoff auf und wird dadurch zu Kohlenoxyd.

Die Gewinnung des Roheisens aus den Eisenerzen ist ein Reduktionsprozeß, die Darstellung des schmiedbaren Eisens aus dem Roheisen ein Oxydationsprozeß.

Diese Vorgänge, die wir kennen lernten, sind nur ein paar Beispiele davon, daß man die verschiedenen Stoffe in einfachere Verbindungen und diese in ihre Elemente zerlegen kann.

Früher glaubte man, daß die Praxis des Eisenhüttenwesens lediglich auf Erfahrung beruhe, jetzt ist man längst überzeugt, daß das Eisenhüttenwesen nur deshalb den Kinderschuhen entwachsen ist, weil es nicht mehr ein einfaches Probieren oder die Fortführung einer überlieferten Handwerksstätigkeit ist, sondern weil es sich gründet auf die Anwendung wissenschaftlicher Grundsätze, und ich hoffe bewiesen zu haben, daß man notwendigerweise gewisse Kenntnisse der Chemie haben muß, um die Vorgänge des Eisenhüttenwesens zu begreifen.

Ich will indessen dieses Kapitel nicht verlassen, ohne noch auf die chemische Beschaffenheit einiger Körper, welche uns später begegnen werden, aufmerksam zu machen.

Da ist es zuerst die atmosphärische Luft, welche unsere Erde umgibt und für unser Leben nötig ist, welche zur Unterhaltung der Verbrennungsprozesse Verwendung findet. Diese atmosphärische Luft besteht rund zu einem Fünftel aus Sauerstoff und zu vier Fünfteln aus Stickstoff. Beides sind farblose, geruch- und geschmacklose Gase, und daher sieht man sie nicht. Zwar ist nur der Sauerstoff für unser Leben nötig, indem wir ihn einatmen und in unserem Körper zu Kohlenensäure verarbeiten, die wir wieder ausatmen. Hätten wir indessen in der Luft bloß Sauerstoff, so würden wir damit gewissermaßen zu schnell leben; der Stickstoff dient als Verdünnungsmittel. Ebenso wie wir nicht unsere Nahrungsmittel aus den für die Blut- und Muskelbildung allein nötigen Stoffen bestehen lassen können, sondern diese Stoffe durch eine Menge anderer Elemente verdünnen müssen, so ist's auch mit dem Sauerstoff der Luft. Für die Verbrennung dagegen wäre es nur erwünscht, wenn man den Stickstoff fortlassen könnte. Wir könnten mit reinem Sauerstoff dann eine viel höhere Wärme hervorbringen als jetzt, aber wir müssen uns vorläufig damit zufrieden geben, die Luft, wie sie ist, zu benutzen. Ältere Versuche, auf billige Weise Sauerstoff aus

der Luft oder wenigstens sauerstoffreiche Luft darzustellen, so daß man gewöhnliche Feuerungen damit versorgen kann, sind alle mißglückt. Neuere Versuche, welche vom Professor Linde ausgeführt worden sind, haben indessen das Gelingen wieder in einige Aussicht gestellt, wenigstens vielleicht soweit, daß eine Luft dargestellt werden kann, in welcher statt ein Fünftel die Hälfte an Sauerstoff enthalten ist. Das geschieht dadurch, daß man die gewöhnliche Luft zu wiederholten Malen einer hohen Pressung und einer starken Abkühlung aussetzt, dann wird die Luft flüssig, wie Wasser aus abgekühltem Dampf entsteht; der Stickstoff verdampft aus der flüssigen Luft schneller als der Sauerstoff, und man behält schließlich sogar flüssigen Sauerstoff allein zurück. Aber ob jemals und wie bald dieses Verfahren für die große Technik benutzbar wird, muß dahingestellt bleiben. Es fehlt noch sehr viel daran, daß man solche sauerstoffreiche Luft billig genug für technische Zwecke herstellen könnte; das muß der Zukunft vorbehalten bleiben. Wir wollen dagegen untersuchen, wie sich gewöhnliche, d. h. stickstoffreiche Luft bei der Verbrennung verhält.

Ich will zur Erläuterung zuerst den hier befindlichen mit gewöhnlicher Luft gefüllten Glaszylinder benutzen. Ich bringe ein Stück erwärmten Phosphor hinein; er brennt mit hellem Lichte — nicht so hell freilich, wie vorher im reinen Sauerstoffe —, aber der Glaszylinder füllt sich wie beim früheren Experimente mit einem weißen, allmählich niederfallenden Dampfe. Es ist ein fester Körper entstanden, der Chemiker nennt ihn Phosphorperoxyd, der Techniker Phosphorsäure. Ich bringe ein Stückchen glühenden Eisendrahtes in den mit Luft gefüllten Zylinder und ebenfalls entsteht ein fester Oxydationskörper, Eisenglühspon. In beiden Fällen bleibt Stickstoff als Gasrest zurück. Daß das Stickstoff ist, beweise ich, indem ich einen brennenden Körper einführe, der sofort erlischt, weil kein Sauerstoff mehr vorhanden ist.

Im Gegensatz hierzu verbrenne ich nun ein Stückchen Kohle. Der Kohlenstoff verbrennt, aber kein sichtbarer Körper entsteht, das Verbrennungsprodukt, Kohlendioxyd, technisch Kohlenäure genannt, ist gasförmig. Freilich erlischt auch in diesem Gase, dem Gemische von Kohlendioxyd und Stickstoff, ein brennender Körper, weil kein freier Sauerstoff mehr vorhanden ist, aber aus demselben Gasgemenge kann ich leicht durch Auffangung mittels

eines flüssigen Körpers (Natronlauge) das Kohlendioxyd entfernen, und dann bleibt wieder allein Stickstoff übrig. In diesem letzteren Falle war also das Oxydationsprodukt gasförmig.

Damit eine chemische Verbindung, also auch eine Oxydation, eintreten könne, dazu gehört eine bestimmte Temperatur, meistens eine Erwärmung über die gewöhnliche Lufttemperatur hinaus. Das Stück Kohle hier verbrennt nicht, wenn ich es auch noch so lange auf dem Tische liegen lasse, es verbrennt auch nicht im kalten Zustande im Sauerstoffzylinder. Man muß es zuvor erwärmen, bis es brennt, dann aber entwickelt es bei der Verbrennung selbst so viel Wärme, daß es allein weiter brennt. Darauf beruht es also, daß die einmal angezündete Kohle weiterbrennt, darauf auch, daß eine Kerze, eine Gasflamme fortbrennt, darauf aber auch, wie wir später sehen werden, der Vorgang des Bessemerprozesses.

Die atmosphärische Luft ist es, welche zur Hervorrufung von Oxydationsvorgängen der Regel nach benutzt wird, sei es, daß dadurch Wärme erzeugt werden soll, wie bei der Oxydation der Kohle, sei es, daß man dadurch andere Vorgänge, z. B. die Reinigung des Eisens, vornehmen will, wie bei der Oxydation während der Frischprozesse.

Nun wollen wir uns noch mit einem anderen Körper beschäftigen, welcher wie die Luft einerseits für unser Leben notwendig, andererseits für technische Zwecke unentbehrlich ist, nämlich mit dem Wasser. Das Wasser besteht aus zwei gasförmigen Elementen, aus Wasserstoff und Sauerstoff. In dieser gebogenen, zweischenkelligen Glasröhre ist Wasser enthalten. Ich leite den elektrischen Strom hindurch und in jedem der beiden Schenkel sammelt sich das Gas, hier doppelt soviel wie dort, jenes ist Wasserstoff, dieses ist Sauerstoff. Wie das Wasser in diese zwei Elemente zerlegt werden kann, so kann man es auch wieder aus beiden Elementen bilden. In diesem Apparat befindet sich Zink; ich lasse wässrige Schwefelsäure hinzutreten, ein Gas entweicht (mit einer hellblauen, kaum sichtbaren Flamme brennend), es ist Wasserstoffgas. In dem Augenblicke, wo es mit der Luft in Verbindung tritt, verbindet es sich mit dem Sauerstoff und verbrennt zu Wasser. Dieser Niederschlag in der kalten Flasche zeigt, daß das Verbrennungsprodukt wirklich wieder Wasser ist.

Das Wasser ist, wie ich erwähnte, ein wichtiger Körper

sowohl für das Leben wie für die Technik. Es ist notwendig für den Menschen als Getränk, aber es ist auch notwendig zur Dampferzeugung für den Betrieb der Maschinen und als Kühlwasser. Wasser ist auf der Erde in genügenden Mengen vorhanden, es füllt die großen Becken an, die wir Meere nennen, es verdunstet daraus beständig und schlägt sich wieder als Regen, Schnee, Tau nieder, dringt zum großen Teil in die Erde ein und tritt als Quellen wieder zutage. Die Quellgewässer fließen zu Flüssen, die Flüsse zu Strömen zusammen und gelangen in ewigem Kreislaufe wieder zum Meere. Das Wasser nimmt auf diesem Laufe aber theils mechanisch, theils chemisch fremde Bestandteile auf. Während es in reinem Zustande (als destillirtes Wasser) aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt ist, und zwar im Gewichtsverhältnisse von 1 : 8, enthält es als Quell-, Fluß- und Meerwasser noch viele andere Stoffe in Lösung, z. B. Kochsalz, Kalksalze, Eisensalze, und außerdem sieden sich in ihm große und kleine Lebewesen (Fische, Bakterien) an; und endlich nimmt es eine Menge mechanisch mitgerissener Stoffe (Sand, Ton usw.) mit. Die nicht gelösten Teile scheidet man durch Filtration aus. Die gelösten Körper aber muß man auf andere Weise entfernen. Kochsalz (Chlornatrium) scheidet man durch Verdampfung oder Verdunstung des Wassers ab, aber nur wenn man das Salz selbst gewinnen und benutzen will; Kalk und Eisen dagegen muß man entfernen, wenn man sie nicht als Ansätze, als sogenannten Kesselstein, in den Dampfkesseln zurückbehalten will. Für Gips (Kalziumsulfat) geschieht dies durch Soda, für Kalk (Kalziumcarbonat) durch Kalkmilch, für Eisen durch Oxydation unter reichlichem Zutritt von Luft.

Die Proben, welche ich hier vorführe, beweisen die Richtigkeit der gemachten Angaben. Ich habe hier je ein Glas mit destillirtem Wasser und je eines mit unreinem Wasser. Zuerst verdampfe ich das destillierte Wasser, es hinterläßt keinen Rückstand, ich verdampfe einen Teil jeder der anderen Proben und es bleiben Rückstände. Derjenige, welcher von organischen Stoffen herrührt, bräunt sich (verkohlt), während ich ihn glühe, die anderen bleiben weiß. Nachdem ich das gipshaltige Wasser mit Soda gereinigt und filtriert habe, verhält es sich wie destillirtes Wasser, ebenso das kalkhaltige, nachdem ich es mit Kalkmilch gereinigt und filtriert habe. Sollte Kochsalz im Wasser sein, so kann man das leicht durch Zusatz eines Silbersalzes (Höllensteinlösung) nach-

weisen, welches eine starke weiße Trübung erzeugt; ein Schwefelsäuregehalt ist durch Zusatz von Chlorbarium nachweisbar, es fällt ebenfalls ein weißer Niederschlag zu Boden.

Daß man das Wasser in seine Bestandteile zerlegen und aus diesen wieder Wasser herstellen kann, ist schon früher gezeigt worden.

Ich muß indessen noch eines Vorganges erwähnen, der bei späterer Gelegenheit von seiner technischen Seite aus betrachtet werden wird. Leitet man Wasserdampf über glühende Kohle, so zerlegt er sich und bildet ein Gasgemisch, welches man Wassergas nennt, und welches sich dadurch von dem vorhin besprochenen Luftgas oder Kohlenoxydgas unterscheidet, daß es keinen Stickstoff enthält. Man kann seine Entstehung so darstellen:



d. h. aus dem Wasserdampf wird der Wasserstoff frei und der Sauerstoff verbindet sich mit dem Kohlenstoff zu Kohlenoxyd.

## 2. Physikalische Grundlagen.

Aus der Physik braucht der Eisenhüttenmann vor allen Dingen die Kenntnis der Gesetze der Wärme. Die Wärme ist, wie das Licht und wie die Elektrizität, eine Energie, eine Naturkraft, welche sich im Raume überallhin durch Wellenbewegungen fortpflanzt. Diese Wellenbewegungen vollziehen sich in einem unsichtbaren und unwägbaren, kurz, mit unseren Sinnen un wahrnehmbarem Stoffe, dem sogenannten Weltäther, welcher sich nicht nur im Weltenraum, sondern auch zwischen allen kleinsten Teilen (Molekeln) eines jeden Körpers vorfindet, er mag fest, flüssig oder luftförmig sein. Die verschiedene Form und Schnelligkeit der Wellen bedingt den Unterschied der verschiedenen Naturkräfte.

Die Wärme übt ferner auf die Körper, welche erwärmt werden, die Wirkung aus, daß sie ihren Rauminhalt vergrößern, sich also ausdehnen. Dieses Gesetz gilt mit wenigen Ausnahmen ebenfalls nicht nur für feste, sondern auch für flüssige und für gasförmige Körper. Um das zu zeigen, will ich ein Instrument vorführen, welches im Eisenhüttenwesen viel gebraucht wird, ein sogenanntes Pyrometer, womit die Wärme des Gebläsewindes gemessen wird. Es besteht aus einem Messingrohr und einem darin befindlichen Kohlenstab. Beide sind am Ende des Rohres fest verbunden. Erwärmt man diese Verbindungsstelle, so dehnen sich beide Körper, Kohle und Metall, aus, aber in verschiedener

Weise, d. h. der Ausdehnungsgrad ist für die verschiedenen Körper verschieden. Diese Differenz der Ausdehnung kommt oben zum Ausdruck, da mit dem Rohre eine Kapsel, mit dem Kohlenstabe ein Fühlhebel verbunden ist, der seine Bewegung auf einen Zeiger überträgt. Ich halte das Ende des Rohres in eine Flamme, der Zeiger beginnt sofort sich zu bewegen.

Für geringere Wärmegrade bedient man sich des Quecksilberthermometers, welches Sie alle kennen und z. B. beim Baden gebrauchen. Bei diesem Instrumente ist ein Quecksilberfaden in ein enges Glasrohr eingeschlossen, welches unten in eine weitere Kugel mündet, die nur als Vorratskammer für das Quecksilber dient. Ein jeder Körper dehnt sich nach allen Richtungen aus, hier aber verschwinden die beiden anderen Richtungen gegenüber der Länge des Quecksilberfadens, nach der allein man daher die Temperatur an einem Maßstabe, der Skala, abliest.

Das in Wissenschaft und Technik gebräuchliche Thermometer ist das nach Celsius eingerichtete. Es befinden sich an der Skala zwei feste Punkte, der eine ist bedingt durch die Ausdehnung des Quecksilberfadens bei dem Schmelzpunkte des Eises in Wasser, der andere durch die Ausdehnung des Quecksilberfadens bei dem Siedepunkt des Wassers unter Atmosphärendruck. Der Abstand der beiden festen Punkte ist in 100 gleiche Teile geteilt, deren jeden man einen Grad Celsius nennt. Obwohl man nun mit einem Quecksilberthermometer nicht höhere Temperaturen messen kann, als die, bei denen Quecksilber siedet, und obwohl selbst schon tiefer liegende wegen der Bildung von Quecksilberdämpfen nicht mehr genau abgelesen werden können, d. h. obwohl man mit Quecksilber nicht über  $300^{\circ}$  richtig messen kann, so bezeichnet man doch auch viel höhere Temperaturen ebenso, als wenn man sie an der fortgesetzten Ausdehnung der Quecksilbersäule ablesen könnte, spricht daher von  $400, 500, 1000^{\circ}$  C.

Oft hört man und liest es sogar, daß ein Prozeß bei einer Temperatur von  $10000, 20000^{\circ}$  ausgeführt sei. Davon kann keine Rede sein; wenn wir es in der Eisenhüttentechnik auf  $2000^{\circ}$  bringen, so haben wir die höchste erreichbare Temperatur. Darüber hinaus geht's eben in der gewöhnlichen Praxis nicht. Platin schmilzt bei  $1750^{\circ}$  C; die wenigsten Öfen lassen Platinschmelzhitze erreichen. Wenn diese erreicht werden soll, müssen schon alle Hilfsmittel angewendet werden, die wir besitzen, um die gewöhnliche Verbrennungswärme zu steigern.

Nur im elektrischen Lichtbogen können wir über diesen Wärmegrad hinauskommen, sehr viel aber auch nicht, vielleicht auf  $3000^{\circ}$ . Man hat sich lange durch die Unzuverlässigkeit der Wärmemessinstrumente täuschen lassen.

Jetzt gibt es außer dem schwierig für den Praktiker zu handhabenden Luftthermometer, an dem man die Wärme an der Ausdehnung der in ein Gefäß eingeschlossenen Luft mißt — alle Gase, also auch die Luft, dehnen sich um  $\frac{1}{273}$  bei der Erhitzung um je  $1^{\circ}$  C aus —, noch neuerdings in dem Le Chatelierschen Pyrometer ein bis zu  $1750^{\circ}$  zuverlässiges Instrument.

Man hat nämlich gefunden, daß, wenn man zwei verschiedene Metalle oder Legierungen dicht aneinander legt und deren Berührungsstelle erwärmt, stets ein elektrischer Strom entsteht; man hat hier Platin und eine Legierung von Platin mit Rhodium genommen, diese beiden, eng aneinander gefügt, geben bei der Erwärmung einen elektrischen Strom, und dessen Größe liest man an dem Ausschlage der Nadel eines Galvanometers ab. Ich erwärme jetzt den Knoten der Metalle in der Flamme und Sie sehen den Ausschlag des Galvanometers. Ein großes Vorteil des Instrumentes liegt darin, daß man das Galvanometer an einem ganz anderen Orte aufstellen und beobachten kann, als der ist, an dem man die Wärme erzeugt, welche man messen will. Man hat gefunden, daß die Wärme mit der Elektrizitätserregung in fast gleichem Verhältnisse steigt, und danach hat man die Skala gebildet.

Die Wärme hat nicht nur die Wirkung, die Körper auszu dehnen, sondern kann auch den Zusammenhang der Molekeln ändern. Die Körper, welche wir in der Natur sehen, befinden sich nämlich entweder in festem, flüssigem oder luftförmigem Zustande oder in Übergangszuständen zwischen je zweien. Wir nennen diese Zustände Aggregatzustände. Am besten kann ich Ihnen diese drei Aggregatzustände am Wasser zeigen. Hier ist ein Stück Eis, es wird in ein Glas geworfen, welches erwärmt wird. Das Eis wird schnell geschmolzen, d. h. es geht aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand über. Ich erhitze weiter, das Wasser siedet und verdampft, d. h. geht aus dem flüssigen in den luft- oder gasförmigen Aggregatzustand über.

Die Wärmezuführung ist es also, welche Körper aus einem in den anderen Aggregatzustand überführt. Ebenso erfolgt die Umkehrung durch Wärmeentziehung. Hier dieses mit Wasserdampf gefüllte Gefäß kühle ich ab und es entsteht flüssiges Wasser; ich

bringe das Gefäß in eine Kältemischung und das flüssige Wasser wird zu Eis.

Wie überall in der Natur gibt es auch hier keine scharfen Grenzen, sondern Übergänge zwischen den drei Aggregatzuständen. Für den Eisenhüttenmann ist derjenige Übergangsaggregatzustand von großer Bedeutung, welcher zwischen dem festen und flüssigen Zustande liegt; wir nennen ihn den teigigen Zustand. Sie kennen ihn alle aus Erfahrung. Wenn Sie morgens beim Frühstück eine Semmel mit Butter streichen wollen, und es ist kalt, dann gelingt das nicht, denn die Butter ist hart, sie befindet sich im festen Aggregatzustande. Stellen Sie sie nun auf den Ofen, so schmilzt sie nicht etwa sogleich, sondern geht zuerst in den teigigen Zustand über. Bei vielen anderen Körpern, namentlich Fetten und Harzen, kennen wir einen ziemlich lange andauernden teigigen Aggregatzustand, aber wir haben ihn auch beim Eisen. Auch das Eisen, wenn wir ihm Wärme zuführen, geht aus dem festen in den flüssigen durch den teigigen Aggregatzustand über, und dieser ist für die Praxis unentbehrlich, wenn das Eisen geschweißt werden soll. Wenn man nämlich zwei getrennte Stücke schiedbaren Eisens in ein einziges vereinigen will, so erhitzt man beide bis zum teigigen Aggregatzustande, legt sie zusammen und preßt, hämmert oder walzt sie; dann wird aus den zweien ein einziges Stück.

Wir kommen später hierauf zurück; denn es ist dies gar nicht so einfach, wie es auf den ersten Augenblick aussieht; das liegt daran, daß, wenn man Eisen an der Luft heiß macht, es sich mit einer Schicht von Glühspan (Hammer Schlag, Walzspinter) überzieht, und diese Schicht muß zuvörderst entfernt werden. Will man aus zwei gleichartigen Körpern einen einzigen herstellen, so dürfen naturgemäß die beiden Körper nicht durch einen ungleichartigen getrennt sein. Sie können nicht zwei Stücke Butter zu einem vereinigen, wenn ein Stück Papier dazwischen liegt, sondern Sie müssen das Papier erst sorgfältig entfernen. Ebenso muß der Hammer Schlag, welcher eine Sauerstoffverbindung des Eisens (Oxydulog) ist, erst entfernt werden, und dies geschieht durch Bildung einer Schlacke unter Vermittlung von Sand.

Hobelt man zwei Eisenstücke gut ab, so daß sie sich mit ganz glatten Oberflächen berühren, so haften sie auch aneinander (infolge des äußeren Luftdruckes). Dies Haften nennt man Adhäsion. Dagegen sind alle Teile eines und desselben Körpers

durch eine Anziehung aneinander gefesselt, die man Kohäsion nennt. Beim Schweißen führt man Adhäsion in Kohäsion über.

Von der Kohäsion müssen wir noch weiter sprechen.

Die Teile eines jeden festen und flüssigen Körpers werden durch die Anziehung zusammengehalten. Hier dieses Eisen ist ein festes Stück. Wollen Sie es zerbrechen oder zerreißen, so müssen Sie die Kohäsion aufheben, die einzelnen Teile so weit voneinander trennen, daß der zwischen denselben, wie ich vorher angab, stets lagernde Äther, welcher auf die Teile des festen Körpers eine abstoßende Kraft ausübt, die Überhand gewinnt, sonst wäre es ja überhaupt nicht möglich, einen zusammenhängenden Körper zu zerstören.

Der Widerstand, den ein Körper gegen seine Zerstörung durch eine äußere Kraft entgegensetzt, nennt man seine Festigkeit. Man unterscheidet diesen Widerstand als Zerreißeichtigkeit, Druckfestigkeit, Biegefestigkeit, Verdrehungsfestigkeit usw.

Da die Flüssigkeit aus dem festen Körper, das Gas aus der Flüssigkeit durch Zuführung von Wärme entsteht, so würde der Körper nach dem Gesetze der Ausdehnung im nächst höheren Aggregatzustande einen größeren Raum einnehmen, d. h. leichter werden müssen. Das ist auch im allgemeinen richtig, aber es gibt Ausnahmen. Zu diesen gehört sowohl das Wasser wie auch das Eisen.

Das Wasser hat seine größte Dichte bei  $4^{\circ}$  C. Deshalb schwimmt Eis auf Wasser, zum Glück für alle Lebewesen im Wasser; ebenso aber schwimmt auch festes Eisen auf geschmolzenem und deshalb füllt Eisen die Gußformen so gut aus, denn es nimmt kurz vor dem Erstarren einen größeren Raum ein, als wenn es erstarrt ist.

Nun habe ich noch zwei physikalische Gesetze mitzuteilen, welche sich auf gasförmige Körper, z. B. Luft, beziehen.

Ein jeder gasförmige Körper, der von einem Gefäße eingeschlossen ist, nimmt den dadurch begrenzten bestimmten Raum ein, er hat ein bestimmtes Volumen, wie wir in der Physik sagen. Wenn man nun dieses Gas zusammendrückt, z. B. hier, indem ich einen Kolben in den Gaszylinder hineinschiebe, so wird das Volumen verkleinert. Das verkleinerte Volumen verhält sich zu dem ursprünglichen Volumen umgekehrt wie der ausgeübte Druck gegen den ursprünglichen Druck. Nennt man das Volumen im An-

fange  $V$ , nachher  $V_1$ , den ursprünglichen Druck  $P$ , den nachher ausgeübten  $P_1$ , so ist das Verhältnis beider:

$$\frac{V}{V_1} = \frac{P_1}{P}.$$

Dieses Gesetz hat Mariotte entdeckt, und nach ihm wird es genannt.

Ein zweites Gesetz, welches man leicht mit dem Mariotteschen verbinden kann, besagt, daß das Volumen eines Gases mit der Wärme, die man ihm zuführt, wächst. Das Maß des Wachstums nennt man den Ausdehnungskoeffizienten und bezeichnet es mit dem griechischen Buchstaben  $\alpha$ . Dieses ist für alle Gase, wenn sie nicht nahe am Verdichtungspunkte angelangt sind, gleich, nämlich  $\frac{1}{273}$  für jeden Grad Celsius. Nennt man nun die Anfangstemperatur  $t$ , die hervorgerufene Temperatur  $t_1$ , so verhalten sich die Volumina:

$$\frac{V}{V_1} = \frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha t_1},$$

oder da

$$\alpha = \frac{1}{273} \text{ ist } \frac{V}{V_1} = \frac{1 + \frac{1}{273} t}{1 + \frac{1}{273} t_1}.$$

Sie sehen hier das in ein Glas eingeschlossene Luftvolumen, und jetzt, wo ich das Glas erwärme, vergrößert es sich in dem angegebenen Verhältnis, d. h. der Spiegel der es unten begrenzenden rot gefärbten Flüssigkeit sinkt entsprechend der Erwärmung.

Die Energie der Elektrizität, zu der wir uns jetzt noch wenden, hat im Eisenhüttenwesen einen stetig wachsenden Einfluß gewonnen, aber freilich hauptsächlich nur nach zwei Richtungen, zur Beleuchtung und zur Kraftübertragung, weniger zur magnetischen Aufbereitung von Erzen und zur Schweißung, am wenigsten zur Darstellung von Eisen. In letzterer Beziehung benutzt man Elektrizität bisher mit Erfolg nur zur Verbesserung des Eisens an Stelle des Schmelztiegels.

Jede Energie mißt man nach Einheiten. So nennt man eine Pferdestärke diejenige Arbeit, welche 75 Kilogramm in 1 Sekunde 1 Meter hoch hebt, eine Wärmeinheit derjenigen Wärmemenge, welche 1 Kilogramm Wasser um  $1^\circ \text{C}$  zu erwärmen vermag, 1 Watt das Produkt aus der Einheit der Stromstärke (Ampere) und der Einheit der elektromotorischen Kraft (Volt). 1 Pferdestärke

ist = 736 Watt und 1 Wärmeeinheit = 424 Meterkilogramm.  
So kann man eine Energie in die andere übertragen.

Um Elektrizität zu erzeugen, kann man jede Energie verwenden, in der Eisenhütten-technik z. B., wenn sie vorhanden sind, die billigen Wasserkräfte; der Regel nach aber werden hier die durch Verbrennung erzeugten Wärmemengen benutzt. Man erzeugt durch Kohlenverbrennung Dampf oder läßt brennbare Gase mit Luft gemischt in Kolbenmaschinen explodieren (Dampf- und Gasmaschinen), um Elektrizitätsmaschinen anzutreiben.

Die Maschinen, von denen die Elektrizität hervorgerufen wird, nennt man Dynamomaschinen oder Elektromotore, die Maschinen dagegen, in welche der elektrische Strom zur Beleuchtung geführt wird, Lichtmaschinen, diejenigen, welche Bewegung erzeugen sollen, Antriebsmaschinen.

Um Wärme durch Elektrizität zu erzeugen, benutzt man entweder den zwischen zwei getrennten Polen entstehenden Lichtbogen oder den Widerstand, der in einem Leiter entsteht.

Diese Lampe (Glühlampe) leuchtet jetzt, weil der Widerstand die in ihr befindlichen Kohlenfäden zum Glühen bringt; die beiden Kohlenstifte, welche ich hier als Pole eines Stromes einander nähern (Bogenlampe), erzeugen den Lichtbogen.

### 3. Geologische Grundlagen.

Wenn Eisen gewonnen werden soll, so müssen die Grundstoffe vorhanden sein, aus denen es gewonnen werden kann, und diese Grundstoffe sind die Eisenerze, welche der Bergmann aus dem Schoße der Erde entnimmt.

Auf Grund aller bisher gesammelten Kenntnisse darf man mit Sicherheit annehmen, daß unsere Erde aus dem gasförmigen in den flüssigen Aggegratzustand übergegangen, jetzt mit einer festen Kruste umgeben ist und sich beständig noch abkühlt. Freilich sind das nur Schlußfolgerungen, welche irrig sein mögen, denn die Zeiten unserer Beobachtungen sind viel zu kurz. Denken Sie sich einmal einen Maitäfer im Frühling. Wenn er aus der Puppe kommt, findet er frische, junge Triebe, die ihm sehr wohl-schmecken. Der Maitäfer sieht, wie die Blätter immer größer werden und stirbt, ehe sie ausgewachsen sind, geschweige denn, ehe sie abfallen. Wenn der Maitäfer denken und sprechen könnte, so würde er die Schlußfolgerung ziehen, daß die Blätter der

Bäume beständig größer werden; anders würden seine Schlußfolgerungen sein, wenn er den Herbst erlebte.

So können auch wir uns vielleicht nur in einem Teile der Entwicklungszeit unseres Erdkörpers befinden ohne sie ganz durchschauen zu können.

Jedenfalls berechtigen uns unsere bisherigen Erfahrungen anzunehmen, daß unsere Erde samt der Sonne und allen Planeten einmal eine große gasförmige Masse gebildet hatten, aus der sich dann durch Verdichtung die einzelnen Weltkörper abgetrennt haben, welche infolge ihrer Umdrehung abgeplattete Kugeln bildeten, die bald in den flüssigen Aggegratzustand übergingen. So war auch unsere Erde eine geschmolzene Kugel. Die Oberfläche erstarrte und bildete eine Kruste. Diese Erstarrungskruste kühlte sich weiter ab, schrumpfte zusammen, trieb den inneren flüssigen Kern heraus, der, seinerseits wieder erstarrend, Gebirge und Runzeln bildete, und Spalten und Risse zeigte. Ob der innerste Kern des Erdballs fest oder flüssig ist, wissen wir nicht.

Das Wasser der Atmosphäre sammelte sich in den tiefsten Theilen an und bildete Meere. Aus den Meeren verdunstet das Wasser beständig wieder, zieht als Wolken zu den Bergen, schlägt sich nieder und fließt in der Form von Quellen und Flüssen zurück ins Meer, einen ununterbrochenen Kreislauf bildend.

Aber das Wasser löste bei diesem Laufe einerseits Salze, andererseits wirkte es physikalisch auf die Gesteine, nahm kleine Theile mit und führte sie als Schlamm zurück ins Meer. Dort sanken diese Theilchen nieder und schlugen sich schichtenweise auf dem Meeresboden nieder. Organisches Leben, Pflanzen und Tiere entstanden, am lebhaftesten da, wo Wasser, Erde und Luft zusammenkamen. Noch heutigentags gehen diese Erscheinungen in gleicher Weise, wenn auch wegen der Abkühlung der Erde ruhiger und langsamer, vor unseren Augen vorstatten; noch heute findet die lebhafteste Entwicklung organischen Lebens am Ufer statt.

Durch das Erstarren und Zusammenschrumpfen änderte sich die feste Erdkruste oft in ihrer äußeren Erscheinung um. Da, wo Meer war, traten Theile der festen Erdkruste hervor, Festland bildend; hier zeigten sich nun die Schichten in der Folge, in der sie sich als Gesteine am Meeresboden abgelagert hatten, während die niedergefunkenen Theile, die jetzt unter dem Meere verschwunden waren, ebenso mit neuen Schichten bedeckt wurden. Andererseits drang hier und dort von neuem das flüssige Erdinnere an die Ober-

fläche oder in die Spalten der festen Erdkruste ein. Da zu jeder Zeit dem Klima und der Entwicklungszeit entsprechende Gattungen und Arten von Tieren und Pflanzen lebten, und da deren Reste (Muschelschalen, Knochen, Stämme, Blätter) von den sich ablagernden Gesteinen eingeschlossen wurden, so kann man noch heute an diesen Resten (Versteinerungen) den verhältnismäßigen Zeitraum der Ablagerung erkennen, und unterscheidet hiernach die verschiedenen geologischen Zeitalter oder Formationen. Zwar sind wir nicht in der Lage zu sagen, so und so viele Jahre oder Jahrtausende sind verfloßen während und seit der Ablagerung einer Formation, nein, man kann nur sagen, diese Schicht ist älter als jene, und daraus ergibt sich dann die Reihenfolge der Formationen.

Die am Meeresboden gebildeten Schichten bestehen hauptsächlich entweder aus Quarz (Sandstein) oder aus Ton (Lehm, Schieferen, Tonstiefer) oder aus Kalkstein. Mit ihnen lagerten sich dann, wenn eisenhaltige Wasser die Schichten überfluteten, oder durchdrangen, Eisenerze ab, die man darum, weil sie die gleiche Lage wie die Gesteinschichten haben, Eisenerzlager oder Eisenerzflöze nennt.

Die Gesteine, welche im heißflüssigen Zustande aus der Erde drangen, bildeten beim Erstarren Spalten. Hier in dieser Schüssel habe ich geschmolzenes Fett; es erstarrt, zieht sich zusammen und bildet Risse und Spalten.

Aber ebenso bildet das aus dem Wasser abgelagerte Gestein Spalten, wenn es trocknet. Wenn Sie im Sommer auf lehmigem Boden gehen, der vorher tüchtig vom Regen aufgeweicht war und nun in den Sonnenstrahlen trocknet, so finden Sie ebenfalls, daß Risse und Spalten entstehen wie hier in diesem nassen Lehm, den ich über der Gasflamme schnell trockne. So bildeten sich auf der Erde auf beide Weise Spalten, die bald sehr tief bald weniger tief eindringen. Wenn nun eisenhaltige Flüssigkeiten, Quellwasser z. B., in diese Spalten hineinliefen und dort austrockneten, oder eisenhaltige Dämpfe, z. B. Eisenchlorid von unten aufstiegen, so setzten sich ebenfalls Eisenerze ab und füllten die Spalten aus. Solche Spaltenausfüllungen nennt man Gänge. Daher finden wir die Eisenerze bald auf Lagern bald auf Gängen.

In der uns bekannten Erdkruste, einschließlich Meer und Luft, nimmt das Eisen etwa 5 Hunderttheile aller Elemente ein.

## Dritte Vorlesung.

## Die Eisenerze und die Brennstoffe.

Nachdem wir die für den Eisenhüttenmann wichtigsten Grundgesetze, der Chemie, der Physik und der Geologie kennen gelernt haben, können wir nunmehr in das engere Gebiet der Eisenerzeugung eintreten und wollen uns zuerst auf diesem Gebiete mit den Grundstoffen der Eisenerzeugung, den Eisenerzen und den Brennstoffen beschäftigen.

## 1. Eisenerze.

Wenn man Eisen herstellen will, so muß man natürlich zuerst die das Eisen enthaltenden Stoffe besitzen. Woher sind diese zu bekommen? Der Eisenhüttenmann muß sie der festen Erdrinde entnehmen, denn weder Luft noch Wasser bieten ihm das Eisen. Wenn ein eisenhaltiger Teil der festen Erdrinde so viel Eisen enthält und in so großen Mengen vorhanden ist, daß sich die Ausbeutung zum Zwecke der Eisendarstellung lohnt, so nennt man diesen Teil „Eisenerz“.

Die Eisenerze kommen, wie aus dem letzten Teil der vorhergegangenen Vorlesung bekannt ist, entweder in Lagern als Schichten der aus dem Wasser abgelagerten Gesteine, oder auf Gängen, als Ausfüllungen von Spalten, vor. Die Eisenerze enthalten niemals metallisches, d. h. gediegenes Eisen als Element. Nach dem, was ich neulich über die Entstehung unseres Erdballs mitgeteilt habe, ist das auch nicht zu erwarten; denn als sich die Erde aus der feuerflüssigen Masse abgekühlt hatte, umgeben von einer Luftpelle, als sich die Tiefen mit Wasser ausfüllten und die Meere bildeten, da waren zwei Stoffe, Wasserstoff und Sauerstoff, reichlich vorhanden, welche, wie wir das später noch genauer verfolgen werden, so energisch auf metallisches Eisen einwirken, daß sich dasselbe in dem gediegenen Zustande nicht erhalten konnte.

Wir dürfen also nicht erwarten auf der Erde metallisches Eisen zu finden, und daher erklärt es sich, daß im Gegenteil aus den Eisenerzen, welche alle das Eisen nur in Verbindungen und mit Beimengungen enthalten, das metallische Eisen erst durch

eine große Zahl von schwierigen Prozessen gewonnen wird, welche das Eisenhüttenwesen bilden und deren Erörterung Gegenstand der Eisenhüttenkunde ist.

Freilich kommt wirklich auf der Erde manchmal gediegenes metallisches Eisen, aber allerdings nur in verhältnismäßig kleinen Klumpen vor, welche nicht etwa Kunstprodukte, d. h. Rückstände alter Eisenhütten sind, sondern Naturerzeugnisse; aber solches gediegene Eisen ist niemals irdischen Ursprungs, sondern es ist aus dem Weltenraume zu uns gekommen; wie man sich ausdrückt, kosmischen Ursprungs. In dem Weltenraum kreisen um unsere Sonne außer unserer Erde eine Menge anderer, Planeten genannter Körper, die zum Teil groß genug sind, um leicht gesehen und beobachtet zu werden, aber zum Teil auch sehr klein. Der bekannte Schwarm von Sternschnuppen ist nichts weiter als eine Fülle von kleinen Weltkörpern, die nur, wenn sie in die Nähe unserer Erde kommen, durch Oxydation in der Atmosphäre zum Erglühen kommen, leuchten und dann gesehen werden können, oder sogar, wenn sie uns gar zu nahe kommen, der Anziehung der Erde unterliegen und dann als Meteorsteine oder Meteoriten niederfallen. Viele derselben, welche anscheinend Teile eines und desselben größeren Weltkörpers sind, bestehen aus metallischem Eisen. Dieses Eisen ist merkwürdigerweise immer mit einem anderen Metalle, Nickel, verbunden und daran kenntlich. Dieses Meteorisen hat keinen Zusammenhang mit der Entstehung und Bildung unserer Erde, es muß von einem oder mehreren Weltkörpern stammen, auf denen eine sauerstoffhaltige Atmosphäre und Wasser fehlen.

Die meisten Meteoriten sind so unbedeutend, so verschwindend klein, daß es sich gar nicht lohnen würde, selbst wenn das Metall gut bearbeitbar wäre, eine Fabrication damit anzufangen, und deshalb können wir die Meteoriten, welche nur wissenschaftliches Interesse haben, für unsern Zweck ganz vernachlässigen.

In den Eisenerzen kommt das Eisen in verschiedenen Verbindungen vor, und nach der Art der Verbindung unterscheidet man die Eisenerzarten.

Die eisenreichste Eisenverbindung findet sich im Magnet-eisenerz. Es sieht schwarz aus; reibt man es auf einer matten Porzellanplatte, so gibt es einen schwarzen Strich. Es hat die Eigenschaft wie ein Magnet zu wirken, und, wie Sie sehen, mit

Leichtigkeit Eisenfeilspäne anzuziehen. Mit Hilfe dieses Magnet-  
eisensteins hat man früher alle Magnete hergestellt. Man be-  
strich eine Stahlnadel mit dem Stein und machte sie so zum  
Kompaß. Heutigentages benutzt man den elektrischen Strom  
für den gleichen Zweck.

Dieses Magneteisenerz ist eine Verbindung von Eisen mit  
Sauerstoff (Eisenoxyduloxyd), welche im reinen Zustande etwas  
über 72% Eisen enthält.

Dieses Eisenerz ist nicht sehr verbreitet. Es kommt ganz  
besonders reichlich vor in Schweden und ist die Grundlage des  
schwedischen Eisenhüttenwesens. Man hat ganz ungeheure Lager  
davon im höchsten Norden Schwedens, und zwar in Lappland  
gefunden. Dort sind diese Eisenerze in solcher Menge vor-  
handen, daß die Schweden sie gar nicht verarbeiten könnten,  
wenn sie auch wollten, sondern sie vernünftigerweise ins Ausland  
senden; sie kommen heutigentages in großen Mengen z. B.  
nach Deutschland. Außer in Schweden kommen Magneteisen-  
erze auch im Ural in Rußland vor, wo sie ebenfalls einer ein-  
heimischen Industrie zur Grundlage dienen, und dann finden  
wir sie in dem östlichen Teile der Vereinigten Staaten von  
Amerika, ohne daß sie jetzt dort noch eine bedeutende Rolle  
spielen.

Das zweite Erz, welches in Betracht kommt, enthält eine  
an Eisen etwas weniger reiche Verbindung mit Sauerstoff  
(Eisenoxyd), die 70% Eisen umschließt. Wir nennen dieses  
Erz Roteisenerz, weil es, wenn es auf einer rauhen Porzellan-  
platte gerieben wird, einen roten Strich gibt. Dieses Roteisen-  
erz kommt manchmal in schönen Kristallen vor, wie z. B. auf  
der Insel Elba, und dann nennt man es Eisenglanz. Aber  
diese Form spielt nicht die Hauptrolle. Die wichtigsten Vor-  
kommnisse bilden Lager von dichtem Roteisenstein. Unter ihnen  
finden sich die bedeutendsten am Oberen See in Nordamerika,  
an jenem mächtig großen Wasser, welches an der nördlichen  
Grenze der Vereinigten Staaten zwischen beiden Ozeanen liegt.  
Hier gibt es ungeheure Lager von Roteisenerz, welche heutzutage  
die wichtigste Grundlage des ganzen Eisenhüttenwesens der Ver-  
einigten Staaten bilden, und insofern die gefährlichsten Waffen  
der Vereinigten Staaten gegen unsere deutsche Eisenindustrie sind.  
Man hat dort eine so große Menge von leicht gewinnbaren  
reichen und reinen Eisenerzen, wie wir sie bei weitem nicht be-

figen; wir müssen daher alle unsere Kunst zusammennehmen, und alle unsere Tatkraft, um dem Wettbewerb von dort widerstehen zu können und um nicht erdrückt zu werden. Rotheisenerze haben wir in Deutschland an der Vahn, die Engländer in Cumberland, die Spanier in Biskaya.

Wir kommen nun auf ein Eisenerz, welches Brauneisenerz genannt wird, weil es einen gelbbraunen Strich gibt, der manchmal ein wenig rötlicher, manchmal etwas heller gelb ist. Es ist ein wasserhaltiges Eisenerz, d. h. das Eisen ist darin in der Verbindung des Eisenoxydhydrats. Dieses Brauneisenerz ist das verbreitetste von allen Eisenerzen. Auch wir besitzen es in großer Menge, aber unsere wichtigsten Lager davon sind diejenigen, welche im Westen unseres Reiches, in Lothringen, vorkommen, wo meist fünf sehr bedeutende Lager von solchen Brauneisensteinen vorhanden sind, die aus lauter aneinander gereihten kleinen Körnchen (Dolithen) gebildet sind, man nennt sie deshalb auch wohl Rogeneisenerze. Diese, in Lothringen und Luxemburg gewonnenen Erze bilden der Menge nach jetzt fast vier Fünftel aller in Deutschland durch den Bergmann gewonnenen Eisenerze. Das Erz führt den besonderen Namen Minette. Außerdem spielt das Brauneisenerz eine große Rolle in Oberschlesien, wo es in milmiger, d. h. pulveriger Form austritt, und ferner zwischen Hannover und Braunschweig, wo es bei Ilsede in Form von Bohnen, welche zwischen Mergel eingebettet sind, vorkommt, daher Bohnerz genannt wird.

Ein weiteres Eisenerz ist das Spateisenerz, so wegen seines glänzenden spatartigen Gefüges genannt. Dieses Spateisenerz gibt einen hellgelblichen Strich, kann daher in dieser Beziehung nicht mit Brauneisenerz verwechselt werden, wenngleich es vielfach durch die Einwirkung von Luft und Wasser mehr oder minder in wirkliches Brauneisenerz verwandelt ist. Dieses Erz ist eine kohlen säurehaltende Verbindung des Eisens, welche Sie schon neulich (vgl. S. 6) kennen gelernt hatten. Sie erinnern sich, daß der Körper gepulvert und mit Säure übergossen, aufbrauste, weil dann die Kohlen säure entwich. Das Spateisenerz kommt in drei Spielarten vor. Rein kristallinisch nennen wir es im engeren Sinne Spateisenstein. In dieser Form ist es nicht sehr verbreitet. Wir gewinnen davon eine erhebliche Menge in dem südlichsten Teile der Provinz Westfalen, im Siegerlande. Dort fällt der Spateisenstein eine große Zahl lang ausgedehnter und in

unbekannte Tiefen niedergehender Gesteinsspalten aus, tritt also in Gängen auf. Das dortige Eisenerz ist manganhaltig und daher für besondere Eisenarten geeignet. Weitere große Spateisensteinvorkommnisse finden sich in Steiermark, Kärnten und im nördlichen Ungarn.

Wenn dem Eisenkarbonat, das ist der chemische Ausdruck für die kohlenfaure Eisenverbindung, Ton beigemischt ist, dann verliert es seine kristallinische Beschaffenheit, tritt meist in Form von Kugeln oder Knollen auf und wird Toneisenstein genannt. Der Toneisenstein war früher die Hauptgrundlage der englischen Eisenindustrie, kommt aber bei uns verhältnismäßig wenig vor.

Im nördlichen England, bei Middlesbrough, findet sich dieser Toneisenstein in rogenartig zusammengeflatteten Körnern und bildet dort noch jetzt die wichtigste Grundlage der Eisenerzeugung in dem sogenannten Clevelandbezirke.

In einer zweiten Abart des Spateisensteins ist das Eisenkarbonat nicht nur mit Ton, sondern auch mit Steinkohle gemischt. Dieses Erz kommt natürlich bloß da vor, wo Steinkohle sich findet, d. h. in der Steinkohlenformation und heißt daher Kohleneisenstein, auch Schwarzstreif (Blackband). Es tritt, in Lagern zwischen Steinkohlenflözen auf, bildet die Grundlage der schottischen Eisenindustrie, ist aber sonst nicht sehr verbreitet, findet sich z. B. in Westfalen, nahe Hörde.

Zu diesen eigentlichen Eisenerzen im engeren Sinne des Wortes: Magnet-, Rot-, Braun- und Spateisenerz mit seinen beiden Abarten, tritt nun noch ein in seiner Zusammensetzung wesentlich abweichendes Mineral, welches man früher gar nicht für die Eisendarstellung zu verwenden verstand; das ist eine Verbindung von Eisen mit Schwefel, der Schwefelkies. Früher fürchtete man den Schwefel, der, mit Eisen verbunden, dies unbrauchbar macht, so sehr, daß man dieses Erz einfach nicht benutzte. Heutzutage versteht man den Schwefel unschädlich zu machen, vorausgesetzt, daß das Verfahren die Kosten lohnt. Der Schwefelkies hat in Kristallen eine gelbe Farbe, sieht aber sonst auch dunkelgraublau aus, wie Sie an den vorliegenden Proben sehen. Den Schwefelkies kann man nicht ohne weiteres zur Eisensfabrikation benutzen, sondern muß ihn mancherlei Vorbereitungen unterwerfen, welche den Zweck haben, aus der Schwefelverbindung eine Sauerstoffverbindung herzustellen.

Alle diese Eisenerze liegen höchst selten, wie es allerdings

bei d  
ist, s  
einen  
burg  
baue  
müß  
Scha  
oberf  
Gäng  
Erze  
Schu  
mitte  
träum  
Erz  
an d  
konn  
konn  
hina  
rung  
Zim  
sehen  
gelie  
den  
diese  
ein e  
(Gen  
meid  
Star  
Zufa  
in je  
dem  
und  
  
und  
man  
sezu  
zerfl  
beit  
und  
gege

bei dem Roteisenstein am Oberen See in Nordamerika der Fall ist, so bequem an der Tagesoberfläche, daß man sie, wie dort, mit einem pflugartigen Instrumente abgraben, oder wie in Luxemburg und an der Lahn in offenen Steinbrüchen, sogenannten Tagebauen gewinnen könnte, sondern der Regel nach muß man sie mühsam durch bergmännische Arbeit ausbeuten, indem man einen Schacht, d. h. ein senkrecht, brunnenartiges Loch von der Erdoberfläche bis auf das Lager haut und dann das Lager durch Gänge rechts und links durchquert. Hat man den Abbau des Erzes so vorbereitet, dann gewinnt man es gewöhnlich durch Schießarbeit, indem man Bohrlöcher schlägt, diese mit Sprengmitteln besetzt und durch deren Entzündung das Gestein zertrümmert. Das abgesprengte oder mit der Keilhaue abgeschlagene Erz fördert man durch den Schacht vermittle Dampfmaschinen an die Tagesoberfläche. Schon ehe die Erze an die Erdoberfläche kommen, ist auf sie eine Menge von Arbeit verwendet. Dazu kommt noch, daß das sich im Bergwerk ansammelnde Wasser hinaufgepumpt, daß frische Luft eingeblasen, und daß zur Sicherung der über dem Erz stehenden Gesteinsschichten Stützen durch Zimmerung oder Mauerung ausgeführt werden müssen. Sie sehen, daß dadurch das von der Natur gewissermaßen umsonst gelieferte Mineral nun einen Wert gewinnt, der wesentlich durch den Aufwand an bergmännischer Arbeit bedingt ist. Der Wert dieser Arbeit ist so groß, daß schon seit alters selten oder niemals ein einzelner die Kosten tragen konnte, sondern sich Gesellschaften (Gewerkschaften) dazu bilden mußten. Die großen und unvermeidlichen Gefahren, denen der Bergmann ausgesetzt ist, hat dem Stand der Bergleute einen eigentümlichen Charakter gegeben. Zusammenhalten und Opferfreudigkeit in Gefahren, Gottvertrauen in jeder Lage, die Überzeugung, daß der einzelne machtlos ist, sind dem Stande eigen. Die besondere, der Arbeit angepasste Kleidung und der Gruß „Glück auf“ sind seine äußeren Kennzeichen.

Ist das Eisenerz glücklich an die Tagesoberfläche gefördert und zur Hütte gefahren, so gehen nun erst die Mühen des Hüttenmannes an. Er muß es nach seiner verschiedenen Zusammensetzung trennen und mischen (gattieren), muß zu große Stücke zerkleinern, zu kleine zusammenfügen. Namentlich die letztere Arbeit (ziegeln oder brikettieren) ist oft sehr schwierig auszuführen und beschäftigt, da staubförmige Erze immer reichlicher vorkommen, gegenwärtig alle Eisenhüttenleute.

## 2. Brennstoffe.

Nicht nur nach den Erfahrungen, die man seit Jahrtausenden gemacht hat, sondern auch auf Grund unserer heutigen Kenntnisse der Naturwissenschaften weiß man, daß die Gewinnung des Eisens aus den Erzen nur bei hohen Temperaturen möglich ist. Alle Versuche, anders zu verfahren, etwa Lösungen herzustellen und aus diesen das Eisen mit dem elektrischen Strome niederzuschlagen und andere Verfahren auf dem sogenannten kalten Wege, sind stets mißlungen und müssen mißlingen. Sie sind möglich, aber sind stets kostspieliger als der sogenannte heiße Weg, der das billigste Verfahren darstellt, um das billigste aller Metalle, das Eisen, zu gewinnen, und deshalb kann man, soweit jetzt unsere Kenntnisse reichen, keinen anderen Weg einschlagen, als den bisher befolgten mit hohen Temperaturen.

Das führt uns auf den zweiten Teil unseres heutigen Vortrags, auf die Stoffe, mittels deren wir diese hohen Temperaturen erzeugen, die Brennstoffe.

Schon neulich hatte ich Ihnen mitgeteilt, wie durch Verbindungen von Kohlenstoff und Sauerstoff Kohlendioxyd, gewöhnlich Kohlenäure genannt, entsteht und wie sich, wenn man dieses Gas durch glühende Kohle leitet, Kohlenoxyd, ein brennbares Gas, bildet. Aber wir hatten damals die Brennstoffe selbst nicht näher ins Auge gefaßt, und deshalb wird es zweckmäßig sein, daß wir uns noch mit ihrem Vorkommen, ihrer Entstehung und ihrer Verwendung beschäftigen.

Noch jetzt gedeiht und wächst ein wichtiger Brennstoff; es ist das Holz. Unsere Vorfahren haben sich für alle Arten der Wärmeerzeugung nur des Holzes bedient; aber freilich, wollten wir die Mengen des Eisens, die heute nötig sind, mit Holz herstellen, würden bald alle Wälder vernichtet sein, weil das Holz so schnell nicht nachwachsen kann. Glücklicherweise haben uns aus uralten, längst vergangenen geologischen Zeiten, wo noch kein Mensch auf der Erde wandelte, die damals bestehenden Wälder und Moore ihren Brennstoff bis auf den heutigen Tag aufbewahrt. Wir haben außer dem Holze drei Arten Brennstoffe, welche wir, weil sie der Vergangenheit angehören, fossile Brennstoffe nennen. Das sind Torf, Braunkohle, Steinkohle. Wie sind diese Brennstoffe entstanden? Die Antwort ist: Alle diese fossilen Brenn-

stoffe  
türlichzu m  
Augender Z  
weite  
Moos  
ling f  
sterbe  
halter  
läuft,  
neue  
Die c  
dern,  
dadur  
steht  
fung  
Gras  
benadBerr  
stoffe  
Kohle  
Berr  
von Slicher  
zwei  
bei e  
für 2  
VerbSauer  
langf  
sich k  
aus k  
ungef

stoffe verdanken ihre Bildung einem Zersetzungsprozesse der natürlichen Pflanzenfaser, den man Vermoderung nennt.

Am besten ist es, sich einen solchen Vorgang an dem klar zu machen, was sich, wenn auch langsam, noch immer vor unseren Augen vollzieht.

Gehen Sie einmal im Frühling hinaus an die flachen Ufer der Flüsse: Das Wasser ist über die Ufer getreten und bedeckt weite Flächen, die vorher grüne Wiesen waren. Gras und Moos wuchs im vergangenen Jahre auf diesen Wiesen. Im Frühling steigt das Wasser, überdeckt die Pflanzen, bringt sie zum Absterben und sperrt sie von der Luft ab. Die Samentörner behalten ihre Lebenskraft. Wenn das Wasser sich nun wieder verläuft, so fängt auf dem alten abgestorbenen Pflanzenteppich eine neue Pflanzenreihe an zu gedeihen. So geht es alle Jahre fort. Die abgestorbenen, von der Luft abgeschlossenen Pflanzen vermოდern, d. h. verlieren Sauerstoff und Wasserstoff und reichern sich dadurch verhältnismäßig an Kohlenstoff an. Auf diese Weise entsteht der Torf. Der Torf ist also nichts weiter als eine Anhäufung von vermöderten Pflanzenfasern, entstanden aus Moos, Gras, Heidekraut, untermischt mit Blättern, Wurzeln, Ästen von benachbarten abgestorbenen Bäumen.

Ich muß hier den Unterschied zwischen Vermoderung und Verwesung hervorheben. Bei der Vermoderung bleibt ein kohlenstoffreicher Rückstand, bei der Verwesung verwandelt sich alles in Kohlenäure und Wasserdampf, verschwindet also für das Auge. Vermoderung findet bei Absperrung, Verwesung bei Zutritt von Luft statt.

Während Vermoderung und Verwesung auch bei gewöhnlicher oder wenig erhöhter Temperatur vorstatten gehen, kommen zwei entsprechende Vorgänge, Verkohlung und Verbrennung bei erhöhter Temperatur zustande. Der Erfolg ist aber derselbe für Vermoderung und Verkohlung einerseits, für Verwesung und Verbrennung andererseits.

Die Pflanzenfaser besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Der Sauerstoff geht am schnellsten, der Wasserstoff langsamer und der Kohlenstoff am langsamsten fort; daher ist der sich bildende Torf reicher an Kohlenstoff als die Pflanzenfaser, aus der er gebildet war. Während die gewöhnliche Pflanzenfaser ungefähr in ihrer Zusammensetzung die Hälfte Kohlenstoff besitzt,

ist im Torfe bereits ein Gehalt von mindestens 54% und selbst darüber hinaus vorhanden.

Nun wollen wir uns in ältere Zeiten versetzen, wo noch kein Mensch den Pflanzenwuchs störte; da gediehen auf ähnlichen feuchten Stellen am flachen Ufer mächtige Bäume, die niemand fällt. Sie wuchsen so lange, bis ihrem Leben durch Alter oder Sturm oder Erdbeben ein Ende bereitet wurde. Dann fielen sie um, wurden von Moos und Gras bedeckt, von Wasser überflutet, welches Ton und Sand darüber schwemmte und Luftabschluß bewirkte. So entstand in einer Zeit, die wir die der Tertiärformation nennen, die Braunkohle. Gerade in unserer Gegend war zu jener Zeit offenbar eine dazu besonders geeignete ganz flache Meeresküste vorhanden. Da wuchsen Bäume, die den Zypressen oder anderen Nadelbäumen ähnlich waren. Die Einschlüsse des Bernsteins, eines aus diesen Bäumen ausfließenden Harzes, geben uns vortreffliche Aufschlüsse über tierisches und pflanzliches Leben jener Zeiten. Die Braunkohle, welche Sie hier in Berlin in Form von Preßsteinen oder Briketts als einen gern gesehenen Brennstoff kennen, ist grade in unserer Gegend reichlich verbreitet, aber tritt meist als lockerer Vermoderungskörper auf. In Böhmen und in Steiermark, wo sie ebenfalls vorkommt, ist sie, offenbar infolge der Einwirkung vulkanischer Gesteine, viel fester und stückiger. Man nennt hier in Berlin diese böhmische Braunkohle vielfach fälschlich „Schwarzkohle“.

Noch viel älter als die Braunkohle ist der Brennstoff, den wir Steinkohle nennen. Enthielt die Braunkohle durchschnittlich schon 70% Kohlenstoff, so umfaßt die Steinkohle im Durchschnitt 83%. Die Steinkohle ist ebenfalls nichts weiter als ein durch Vermoderung entstandener Brennstoff. Aber als die Steinkohle sich bildete, waren die Verhältnisse auf unserer Erde doch erheblich anders als jetzt. Das Erdinnere strahlte noch so viel Wärme aus, daß der Unterschied in den Temperaturen zwischen den Polen und dem Äquator kaum nennenswert war. Überall herrschte eine warme, feuchte Luft, in der eine Menge von Pflanzen ausgezeichnet gediehen, welche jetzt nur in den Tropen wachsen würden. Diese Pflanzen, deren gut erhaltene Abdrücke wir noch heutigentags in den Gesteinsschichten finden, die der Steinkohle benachbart sind, sind erstens einmal palmenartige Bäume, Sigillarien genannt, ferner baumartige Farne, ähnlich denen, die man in botanischen Gärten sieht, und mächtige Schachtelhalme. Diese

drei  
wenn  
der  
Kohle  
beson  
Bren  
besti  
in  
wenn

gleich  
Stein  
Diese  
dinge  
imme  
ist, a  
wuch  
Bede  
trat

natur  
erster  
lange  
da zu  
recht  
einzel  
Kohle  
mode  
aus  
wasse  
wenn  
dem  
in de  
nennt  
gehal  
daher  
art st  
Kohle

Frage

drei Arten von Gewächsen gebiehn in dichten Wäldern, fielen, wenn sie ausgewachsen waren, zusammen und bildeten im Laufe der Jahre und Jahrhunderte jene ungeheueren Lager der Steinkohle, welche heutigentags für die ganze Industrie, aber ganz besonders für den Eisenhüttenmann die wichtigste Grundlage der Brennstoffe bilden. Glücklich das Land, welches viele Steinkohlen besitzt; Deutschland ist daran so reich, daß in Jahrhunderten, ja in Jahrtausenden an keine Erschöpfung zu denken wäre, auch wenn sich ihr Verbrauch verzehnfachte.

Zwei Fragen, die Sie gewiß aufwerfen werden, will ich gleich beantworten. Die erste ist die: „Warum findet man die Steinkohle nicht überall, obwohl doch überall Pflanzen wuchsen?“ Diese Frage ist so zu beantworten: Erstens mußten die Bedingungen zu einem üppigen Pflanzenwuchs gegeben sein, der immer nur da stattfindet, wo genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, also an Ufern. Zweitens: Wenn auch die Pflanzen reichlich wuchsen, z. B. auf einem Berge, aber nach ihrem Absterben keine Bedeckung der Reste durch luftabsperrende Schichten stattfand, so trat Verwesung, nicht Vermoderung ein.

Die Steinkohle, als das älteste Vermoderungsprodukt, ist naturgemäß der kohlenstoffreichste fossile Brennstoff; indessen, da erstens der Zeitraum, in welchem sich Steinkohle bildete, sehr lange währte, wahrscheinlich viele Jahrtausende umfaßte und da zweitens die Art der Bedeckung und daher des Luftabschlusses recht verschiedenartig war, so ist es erklärlich, daß auch die einzelnen Steinkohlenlager sehr verschieden zusammengesetzte Steinkohle einschließen. Besonders gilt dies von den bei der Vermoderung entstandenen und mehr oder minder zurückgehaltenen, aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehenden Gasen, den Kohlenwasserstoffen oder Grubengasen. Diese Gase sind es, welche, wenn sie mit Luft vermischt, entzündet werden, explodieren und dem Bergmann als schlagende Wetter so gefährlich werden. Die in der festen Steinkohlenmasse zurückgehaltenen Kohlenwasserstoffe nennt man auch Bitumen und unterscheidet, je nach dem Bitumengehalt, sechs Arten von Steinkohlen. Bei der an Bitumen ärmsten, daher kohlenstoffreichsten, naturgemäß auch ältesten Steinkohlenart steigt der Kohlenstoffgehalt bis auf 95%. Man nennt diese Kohlenart Anthrazit.

Ich will noch gleich eine weitere, wahrscheinlich zu stellende Frage beantworten, nämlich die: Was wird denn aus der

Industrie nach Erschöpfung der Steinkohlen? Wir müßten ja, wenn wir den Pflanzenwuchs nicht störten und günstige klimatische Verhältnisse zur Ablagerung und Vermoderung der Pflanzenfaser vorhanden wären, auf die Bildung von Steinkohle viele tausend Jahre warten. Aber die Bedingungen fehlen, Steinkohle bildet sich überhaupt jetzt nicht mehr, kann sich nicht mehr bilden. Wenn daher die vorhandenen Lager erschöpft sind, so ist es mit diesem für die Eisenindustrie wichtigsten Brennstoffe zu Ende. Und einmal wird und muß diese Zeit auch kommen, wenn auch glücklicherweise, wie ich vorhin sagte, erst in Jahrtausenden.

Aber freilich mahnt uns diese Betrachtung trotzdem daran, niemals verschwenderisch auch mit diesem uns von der Natur einmal gegebenen, aber unerseßlichen Stoffe umzugehen, sondern möglichst sparsam zu sein.

In der organischen Masse der Pflanzenfaser ist außer Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff noch, wenn auch sehr wenig, Stickstoff vorhanden, welcher sich im wesentlichen der Vermoderung entzieht und daher um so reichlicher vorhanden ist, je älter der fossile Brennstoff ist.

Die wachsende Pflanze saugt aus dem Boden mit dem Wasser auch gelöste Erdbarten auf, welche nach der Verbrennung zurückbleiben, und die man dann Asche nennt. Jedoch ist die Aschenmenge in der Pflanzenfaser sehr gering ( $1\frac{1}{2}\%$ ). Anders ist es mit den fossilen Brennstoffen. Bei ihrer Bildung wurde Ton und Sand zwischen die Pflanzenteile eingeschwemmt; diese Stoffe treten als Aschenbestandteile hinzu und können oft recht erheblich auf die Menge der Asche einwirken, ja selbst einen fossilen Brennstoff unbrauchbar machen.

Alle Brennstoffe, welche die Natur uns als Holz oder durch Vermoderung als fossile Kohlen geliefert hat, sind für manche technische Zwecke, so für die Darstellung des Eisens im Hochofen, noch nicht kohlenstoffreich genug, und der Mensch hat daher das, was die Natur begonnen, fortgesetzt, indem er die Vermoderung durch Hinzunehmen von Wärme künstlich steigerte. Diesen Vorgang nennt man Verkohlung. Schon vor Jahrtausenden hat man so aus dem Holz Holzkohlen dargestellt. Noch jetzt, wenn Sie in große Wälder kommen, namentlich in bergigen Gegenden, finden Sie öfters dampfende Haufen, die man mit dem Namen Meiler belegt; sie sind schon von weitem kenntlich durch

den a  
der S  
mäßig  
einer  
an.  
Wärm  
dann  
sonder  
ganz  
So er

behan  
und i  
hütter  
Verfo  
wie n  
gerad  
Stein  
für d  
ander  
in R  
sind  
Räum  
(Kohl  
ganz  
brann  
Stein  
übrig.  
Kanal  
schloß  
man  
schine

Figur  
nach  
Kohle  
eisern  
gehen  
die G  
senkre

den angenehmen Geruch, welchen sie verbreiten. Zur Darstellung der Holzkohle sichtet man Holz zu kegelförmigen Haufen regelmäßig auf, bedeckt den Haufen möglichst dicht mit einer Gras- und einer Erdkruste und zündet ihn, von oben aus, unten in der Mitte an. Nun verbrennt ein Teil des Holzes und erzeugt die nötige Wärme für die Verkohlung des übrigen Teils. Da zu diesem dann keine Luft mehr eindringt, kann das Holz nicht verbrennen, sondern nur einen Vorgang durchmachen, welcher der Vermoderung ganz ähnlich ist und in einer Anreicherung an Kohlenstoff besteht. So entsteht Holzkohle.

Wie das Holz, so kann man auch die fossilen Brennstoffe behandeln. Aber das Verkohlungsprodukt des Torfes und der Braunkohle ist sehr bröcklig und kaum für eisenhüttenmännische Zwecke zu gebrauchen. Anders verhält sich das Verkohlungsprodukt der Steinkohle. Anfänglich verkohlte, oder wie man sich technisch ausdrückt, verkotte man die Steinkohle gerade wie das Holz im Haufen und opferte einen Teil der Steinkohle durch Verbrennung zur Erzeugung der nötigen Wärme für die Verkokung des Restes; aber jetzt macht man es ganz anders. Man schüttet die Steinkohle in zerkleinertem Zustande in Räume, welche gegen den Luftzutritt ganz dicht abgeschlossen sind und erhitzt diese Räume von außen. Man nennt solche Räume Koksöfen. Bei der Verkokung entstehen brennbare Gase (Kohlenwasserstoffe), und diese werden in Kanälen, die den sonst ganz geschlossenen Ofenraum umgeben, unter Luftzuführung verbrannt. Die dabei entstehende Hitze genügt zur Verkokung der Steinkohle; es bleiben Koks (falsch ist die Schreibweise Coaks) übrig. Der Ofen ist der Regel nach in Form eines wagerechten Kanals gebaut, der an beiden Enden durch luftdichte Türen verschlossen werden kann. Ist die Verkokung zu Ende, so öffnet man diese beiden Türen und preßt die Koks durch eine Maschine hinaus.

Ein solcher einfacher Koksöfen ist in den nebenstehenden Figuren abgebildet. Die Fig. 1 b ist ein senkrechter Längsschnitt nach *GH* der Fig. 1 a; *K* bedeutet den Ofenraum, in den die Kohlen durch das Gewölbe bei *f* eingefüllt werden, während die eisernen Türen *g* und *h* geschlossen sind. Die von der vorhergehenden Verkokung noch heißen Wände leiten die Verkokung ein, die Gase strömen durch die Öffnungen *a* ab und gelangen in die senkrechten Wandkanäle *b*, aus diesen durch entsprechende Zweig-

Kanäle *i* unter den Boden des Ofens, kreisen hier in zwei Teilen *c* und gelangen endlich, vollständig verbrannt, durch die Öffnung *d* in den Essenkanal *e*. In Fig. 1a sieht man unten einen wagerechten Schnitt durch die Kanäle nach *EF*, darüber einen Schnitt durch den Ofenraum nach *CD*, noch höher einen Schnitt durch die Bodenkanäle nach *AB*. Behufs der Verbrennung der Gase in den Kanälen wird an zahlreichen Stellen Luft zugeführt.

Bezüglich der Kanalführung hat man sehr verschiedene Anordnungen getroffen, welche die Art und Benennung der einzelnen Ofen bedingen.

Die Steinkohlen werden in kleinen Stücken in den Ofen geschüttet und kommen als Koks in großen Stücken heraus. Es fragt sich daher, wie ist dieser Vorgang zu erklären? Die Frage hat den Männern, die sich damit beschäftigt haben, viel Kopfzerbrechen gemacht. Heutigentags ist die Antwort ganz klar. Die Kohle nämlich entwickelt, wenn sie ohne Zutritt erhitzt wird, wie Sie bereits wissen, Kohlenwasserstoffe und unter diesen gibt es namentlich zwei Arten, einen kohlenstoffreichen und einen kohlenstoffarmen (Chemische Formeln:  $C_2H_4$  und  $CH_4$ ). Der kohlenstoffreiche Kohlenwasserstoff zerfällt sich, wenn er aus der Kohle herauskommt, leicht unter Abcheidung von Kohlenstoff ( $C_2H_4 = C + CH_4$ ), der so fein verteilt wie etwa der Ruß ist, wenn Sie über die blakende Petroleumlampe eine kalte Untertasse halten. Dieser feine Kohlenstoff verbindet die einzelnen Kohlenteilchen. Sie werden finden, wenn Sie sich die Stücke hier näher anschauen, daß sie aussehen, als wären sie geschmolzen. Aber Kohlenstoff ist überhaupt nicht schmelzbar, und daher kann von einer Schmelzung keine Rede sein, es sind vielmehr nur die ganz verteilten Kohlenstoffteilchen, welche gewissermaßen geschmolzen aussehen.

Die Herstellung des Koks ist ein sehr wichtiger Zweig des Eisenhüttenwesens. Lange Zeit benutzte man die Gase, die aus der Steinkohle entweichen, nur dazu, um in den Kanälen die zur Verbrennung nötige Wärme zu erzeugen und abzugeben. Aber später fand man, daß die Gase viel mehr Wärme, als nötig ist, liefern, und da kam man zu dem Gedanken, aus diesen Gasen noch durch Verdichtung nutzbare Produkte abzuscheiden, ehe man sie in den Kanälen verbrennt. So sind die neuesten Koksöfen denn auch gebaut. Die Räume werden wie früher eingerichtet, auch mit den Seitenkanälen und Kanälen unter der Sohle versehen, aber

die Gase  
durch  
aus dem  
Kohr,  
besond

G

weiter  
des  
von  
hält.  
so den

die Gafe leitet man jetzt neben den Öffnungen im Gewölbe, durch welche man die Kohlen einschüttet, in besonderen Röhren aus dem Ofenraum, führt sie durch ein weites gemeinschaftliches Rohr, in welchem sich schon durch Abkühlung Teer absetzt, in ein besonderes Haus, die Verdichtungsanstalt. Hier findet nun eine

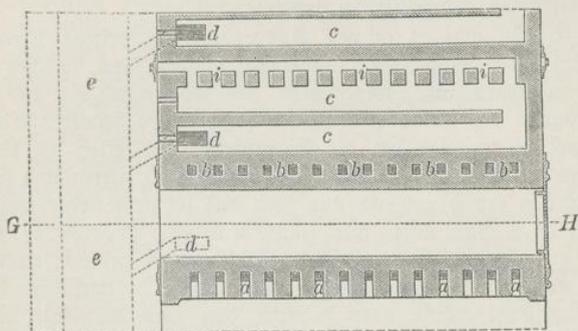


Fig. 1 a.

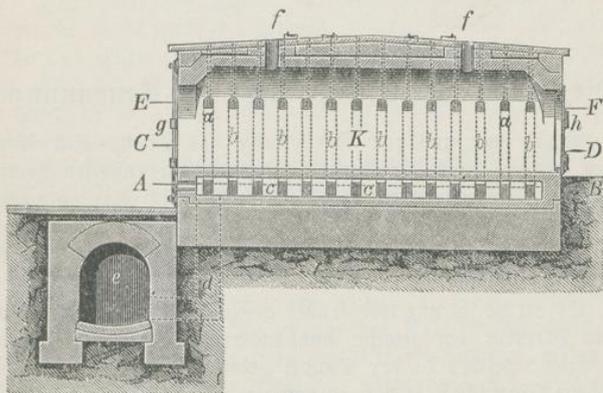


Fig. 1 b.

weitere Abkühlung statt, welche bewirkt, daß sich die Hauptmasse des Teeres und dabei Wasser abscheidet, welches eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff, Ammoniak genannt, gelöst enthält. Solches Wasser leitet man den Gasen entgegen und gewinnt so den Rest von Ammoniak.

Der Teer ist theils Verkaufsware, namentlich für Anilin-farbenfabriken, theils wird er auf der Hütte selbst verbraucht. Das Ammoniakwasser verstärkt man durch wiederholte Anwendung, treibt dann durch Erhitzung das Ammoniakgas aus und leitet es in Schwefelsäure, um Ammoniumsulfat, ein für den Landwirt sehr wichtiges Düngesalz, zu gewinnen.

Endlich gibt es in den Gasen noch ein drittes Produkt, welches durch Wasser nicht aufgesaugt werden kann, welches sich aber auffaugen läßt, wenn man das Gas durch ein aus der Destillation des Teers gewonnenes sogenanntes schweres Steinkohlensäuregas leitet; dies hat die Eigenschaft, den Stoff zu lösen, welchen man Benzol nennt. Die danach ganz gereinigten Gase bestehen in der Hauptsache nur noch aus leichtem Kohlenwasserstoff ( $\text{CH}_4$ ), sind aber kalt, müssen daher, nachdem sie zum Ofen zurückgeleitet sind, künstlich zum Brennen gebracht werden. Dies geschieht entweder dadurch, daß man die zugeführte Verbrennungsluft erhitzt, oder dadurch, daß man die Gase durch Unterbrenner entzündet, welche gleichzeitig die nötige Luft zur Verbrennung ansaugen.

## Vierte Vorlesung.

### Die Arten des Eisens und ihre Benennung.

Bevor wir uns zur Darstellung des Eisens aus seinen Erzen bei der durch die Verbrennung von Brennstoffen hervorgerufenen Wärme wenden, ist es notwendig, sich klar zu werden über die Beschaffenheit des in der Technik verwerteten Eisens, und die Benennung der verschiedenen Arten, welche in der Praxis benutzt werden, festzulegen.

Eisen ist ja, wie wir früher gesehen hatten, ein Element. Jedes Element hat gewisse unabänderliche Eigenschaften; aber das Eisen, welches in der Technik gebraucht wird, hat so verschiedene Eigenschaften, daß es auf den ersten Blick erscheint, als habe man es mit ganz verschiedenen Elementen zu tun.

Hier habe ich einen eisernen Kochtopf, ich schlage mit dem Hammer dagegen, er zerbricht in Scherben, das Eisen ist also spröde. Hier habe ich ein Stück eines Dampfkesselbleches, ich lege es auf den Amboß, hämmere darauf, es zerspringt nicht, es bricht nicht, sondern ändert einfach seine Gestalt, wird dünner,

dageg  
Ich e  
Leicht  
Stück  
ebenf  
dem  
Stück  
und  
zusam  
des  
man

diese  
sind,  
tauche  
richt r  
das a  
durch  
Hamr

bereit  
Elem  
und  
so we  
gebra

Misch  
Elem  
Elem  
kenne  
unter  
Eise  
dem  
schwa  
gehen  
Kohle

liebige  
reiner  
wicht



dagegen breiter und länger, ist also dehnbar (schmiedbar). Ich erhize das Bruchstück des Topfes zur hellen Rotglut; mit Leichtigkeit zerleinere ich es jetzt, und zwei aufeinander gelegte Stücke lösen sich immer wieder voneinander; ich erhize dagegen ebenso zwei Stücke Kesselblech, sie lassen sich mit Leichtigkeit mit dem Hammer verarbeiten ohne zu zerspringen, und diese zwei Stücke, welche ich (mit etwas Sand bestreut) aufeinander lege und hämmere, vereinigen sich zu einem Stücke, sie schweißen zusammen. Das Eisen des Topfes war spröde, das Eisen des Dampfkesselbleches war dehnbar oder schmiedbar, wie man in der Technik sagt.

Hier habe ich zwei Stücke geschmiedeten Eisens; Sie sehen, diese Glasplatte wird durch keins derselben, obwohl sie zugespitzt sind, gerist; jetzt erhize ich beide zu heller Kirschrotglut und tauche sie in kaltes Wasser, das eine bleibt so weich wie vorher, rist nicht Glas und läßt sich leicht feilen und weiter schmieden, das andere dagegen ist erheblich härter geworden, läßt sich nicht durch die Feile angreifen, rist Glas und springt unter dem Hammer in Stücke. Wir nennen diese Eigenschaft Härbarkeit.

Hier zeige ich Ihnen ein von Fried. Krupp in Essen bereitetes Stück nahezu chemisch reinen Eisens. Es ist das Element Eisen. Ich nehme mein gewöhnliches Taschenmesser und siehe da, es läßt sich beinahe wie ein Bleistift ansitzen, so weich ist es. Man könnte es für keinen technischen Zweck gebrauchen.

Das Eisen, welches technisch verwertbar sein soll, ist eine Mischung (Legierung) des Elements Eisen mit einem anderen Elemente, und dieses zweite Element ist Kohlenstoff; dasselbe Element, welches wir bereits als Hauptteil der Brennstoffe kennen gelernt hatten. Alles Eisen, welches Sie in der Praxis unter den Händen haben, ist immer kohlenstoffhaltiges Eisen. Nun aber ist die Menge des Kohlenstoffs, welcher in dem Eisen enthalten sein kann, verhältnismäßig sehr gering und schwankt in sehr engen Grenzen. Mehr als 5% Kohlenstoff gehen niemals in das reine Eisen über, man mag es mit Kohlenstoff im Ueberschuß glühen oder schmelzen.

Umgekehrt kann man allerdings ein Eisen mit jedem beliebigen Kohlenstoffgehalt von weniger als 5% bis hinab zum reinen Eisen darstellen, aber mit weniger als  $\frac{5}{100}$  in hundert Gewichtsteilen (0,05%) Kohlenstoff ist es wegen seiner übergroßen

Weichheit für die Technik nicht mehr zu gebrauchen. Nun hat die Erfahrung gelehrt, daß ein Eisen, wenn es mehr als 2,5, genau 2,3% Kohlenstoffgehalt besitzt, spröde, wenn es weniger enthält, schmiedbar ist. Danach unterscheidet man zwei große Gruppen, die erste nennt man Roheisen, die zweite schmiedbares Eisen. Der Name Roheisen kommt daher, daß man diese Eisenart stets zuerst aus den Eisenerzen als Rohprodukt herstellt, und ferner daher, daß man dieses Eisen als Rohstoff für die Herstellung der zweiten Art, des schmiedbaren Eisens, benützt. Das Roheisen hat noch eine andere Eigenschaft, welche es auszeichnet und es besonders brauchbar für die Herstellung von Gußwaren macht, es läßt sich nämlich verhältnismäßig leicht schmelzen. Diejenigen von Ihnen, die in einer Eisengießerei beschäftigt sind, kennen es genau. Wenn es in Formen gegossen und darinnen erstarrt ist, nennt man es Gußeisen; chemisch sind aber Roheisen und Gußeisen ganz gleiche Eisenarten.

Das Roheisen tritt wieder in zwei Arten auf, welche leicht an der Farbe des frischen Bruchs zu unterscheiden sind. Die eine Art sieht grau oder schwarz aus (graues Roheisen), die andere weiß (weißes Roheisen). Ein Gemisch beider nennt man halbiertes Roheisen.

Die Ursache des verschiedenen Aussehens liegt in der Art des Kohlenstoffes, welcher in dem Roheisen vorhanden ist.

Ist nämlich der Kohlenstoff, der im geschmolzenen Eisen stets gleichartig und gleichmäßig verteilt auftritt — so wie Sie hier in dem Wasserglase nichts von dem Salze sehen, welches ich darin auflöse —, beim Erstarren des Eisens frei geworden, so sieht man ihn zwischen den Eisenkörnern liegen, und da er schwarz ausfiehet (Graphit), bringt er im Gemisch mit dem weißen Eisen den Eindruck der grauen Farbe hervor.

Die andere Roheisenart ist im Bruche weiß, d. h. man sieht nur die Eisensfarbe. Hier ist die Kohlenstoffart anders, sie hat sich nicht ausgeschieden, sondern ist mit dem Eisen auch beim Erstarren legiert geblieben; wir nennen diese Kohlenstoffart amorphen Kohlenstoff, weil sie, wenn wir das Eisen in Säure lösen, als unkrystallinisches Pulver zurückbleibt.

Überwiegt in den halbierten Eisenarten das weiße Eisen, so sprechen wir von stark, überwiegt das graue Eisen, von schwach halbiertem Eisen.

Grup  
eisen  
man  
stellen  
zusam  
war;  
und t

daß t  
im flü  
eisen  
durch

werde  
mand  
Nehr  
Schw  
verwe  
Recht  
waren  
schmo  
eine  
Stell  
Sie t  
kenne

Eisen  
natür  
stoff;  
Abna  
man  
ihre  
das f  
Stal  
Eigen  
sonde  
Meta  
Eisen  
sich f

Auch bei dem schmiedbaren Eisen müssen wir zwei wichtige Gruppen unterscheiden, welche wir Flußeisen und Schweißeisen nennen. Bis etwa zur Mitte des 19. Jahrhunderts konnte man das schmiedbare Eisen nur in einem teigigen Zustande herstellen, und dann schloß es stets Schlacke ein, welche zwischen den zusammengesweißten Eisenkörnern niemals ganz fortzuschaffen war; solches Eisen stellt man noch jetzt durch das Puddeln her, und dieses Eisen nennt man Schweißeisen.

Erst viel später lernte man so hohe Hitzegrade hervorrufen, daß das schmiedbare Eisen geschmolzen werden konnte. Solches im flüssigen Aggregatzustande hergestellte Eisen nennt man Flußeisen. Es unterscheidet sich schon äußerlich vom Schweißeisen durch seine Schlackenfreiheit.

Diejenigen von Ihnen, die in Kesselschmieden beschäftigt sind, werden wohl wissen, daß der Abnehmer in bezug auf die Nieten manchmal schweißeiserne, manchmal flußeiserne Nieten vorschreibt. Nehmen wir an, Sie hätten zwei Rundeisenstangen, eine aus Schweiß- und eine aus Flußeisen; Sie hätten sie miteinander verwechselt. Wie wollen Sie sie unterscheiden? Sie werden mit Recht sagen: Ich weiß ja doch nicht mehr, wie sie hergestellt waren, weiß nicht, ob das Eisen im teigigen, oder ob es im geschmolzenen Zustande gewonnen war. Aber Sie brauchen nur eine Feile zu nehmen und eine möglichst glatte Fläche an einer Stelle anzufeilen und dann diese Stelle mit Salzsäure anzuzähen. Sie werden dann leicht die Schlackenstriche im Schweißeisen erkennen, während das Flußeisen ganz gleichmäßiges Gefüge zeigt.

Nun aber kommen wir noch auf eine andere Eigenschaft des Eisens. Das Eisen hat je nach seinem Kohlenstoffgehalte eine gewisse natürliche Härte. Die größte Härte liegt ungefähr bei 2% Kohlenstoff; nach beiden Richtungen, d. h. mit weiterer Zunahme und weiterer Abnahme des Kohlenstoffes, sinkt sie. Aber es gibt Eisenarten, welche man dadurch, daß man sie erhitzt und plötzlich abkühlt, weit über ihre natürliche Härte hinaus hart machen, härten kann; und das schmiedbare Eisen, welches man härten kann, nennt man Stahl. Stahl ist also nichts weiter als ein Eisen, welches die Eigenschaft hat, durch plötzliches Abkühlen nach dem Erhitzen besonders hart zu werden. Stahl ist nicht etwa ein besonderes Metall, Stahl ist nichts weiter als eine Art des kohlenstoffhaltigen Eisens. Eine nähere Untersuchung zeigt, daß ein Eisen, welches sich so härten läßt, also Stahleigenschaft besitzt, immer min-

destens 0,6 % und höchstens 2,3 % Kohlenstoff einschließt. In der Praxis geht man indessen selten über 1,5 % hinaus.

Stahl kann sowohl Fluß- wie Schweiß Eisen sein, und daher teilt man das Fluß- wie Schweiß Eisen in je zwei weitere Unterabteilungen ein, nämlich ein Eisen, welches sich nicht härten läßt, Schmiedeeisen, und ein Eisen, welches sich härten läßt, Stahl. Man hat also: Flußstahl, Flußschmiedeeisen, Schweißstahl und Schweißschmiedeeisen, mithin vier Unterabteilungen.

Früher erzeugte man den Stahl auf eine ganz andere Weise als Schmiedeeisen; da waren beide Eisenarten leicht zu unterscheiden. Jetzt ist davon gar keine Rede mehr. Dieselben Prozesse benutzt man sowohl um Schmiedeeisen wie Stahl herzustellen, und sehr viele Eisensorten, z. B. die Eisenbahnschienen, stehen oft auf der Grenze. Daher muß man die Hauptabteilungen, Fluß- und Schweiß Eisen, machen und nur, wenn es auf die Härbarkeit ankommt, Flußeisen, welches härter ist als Flußstahl, und Schweiß Eisen, welches härter ist als Schweißstahl bezeichnen.

Es bleibt nun noch übrig, die Erklärung für die durch plötzliche Abkühlung so auffallend zunehmende Härte des Eisens zu geben. Der amorphe Kohlenstoff, der im schmiedbaren Eisen allein vorhanden ist — graphitischer fehlt hier —, kommt auch in zwei Arten vor, welche man als Härtungskohle und Karbidkohle bezeichnet. Im geschmolzenen, aber auch im stark erhitzten Zustande ist aller Kohlenstoff Härtungskohle; je schneller man abkühlt, um so mehr bleibt diese Härtungskohle erhalten. Von der Härtungskohle ist aber die Härte des Eisens abhängig. Das Eisen zwischen 0,6 und 2,3 % Kohlenstoff behält bei der plötzlichen Abkühlung am meisten Härtungskohle zurück, daher wird es sehr hart. Durch allmähliche Erhitzung kann man diese Härte wieder aufheben; man sagt: Man läßt den Stahl an, d. h. man verwandelt die Härtungskohle wieder in Karbidkohle.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Einteilung des Eisens.

In der Praxis pflegt man die Worte Flußschmiedeeisen und Schweißschmiedeeisen gewöhnlich in Flußeisen und Schweiß Eisen abzukürzen. Das ist nicht so klar und daher nicht vorteilhaft. Man muß sich im Handel und Wandel stets bemühen, jede Ware genau so zu bezeichnen, daß der Lieferer wie der Abnehmer bestimmt wissen, welche Eigenschaften sie von derselben zu erwarten haben.

ipróde

Grau

Koh

eisen

graue

Bruc

D

S

grau u

zug e

Berei

waru

gariu

aus

Waffe

solte

Gemi

aus

freies

schmi

nicht

digen

es be

es ab

gesehl

mal

Berla

halter

In der Technik benutztes Eisen ist immer  
kohlenstoffhaltig.

Roheisen		Schmiedbares Eisen			
spröde, leicht schmelzbar		schmiedbar, schwer schmelzbar			
Graues Roh- eisen grauer Bruch	Weißes Roh- eisen weißer Bruch	Flußeisen im geschmolzenen Zu- stande erzeugt. schlackenfrei		Schweißeisen im teigigen Zustande erzeugt, schlackenhaltig	
Halbiertes Roheisen grau und weiß gemischt		Fluß- stahl härtbar	Fluß- schmied- eisen nicht härtbar	Schweiß- stahl härtbar	Schweiß- schmied- eisen nicht härtbar.

Jeder Käufer mag sich dann nach Belieben über den Bezug entscheiden. Wenn jemand ein schönes reines Fett für die Bereitung seiner Speisen wünscht und Margarine dazu wählt, warum sollte man ihn daran hindern? Aber man soll Margarine nicht Butter nennen, denn unter Butter versteht man ein aus Milch bereitetes Fett. Wenn jemand eine Mischung von Wasser, Alkohol, Zucker und Opuntäther gern trinkt, warum sollte man ihm das Vergnügen nicht lassen? Aber man soll das Gemisch nicht unter dem Namen Wein verkaufen; denn Wein soll aus Trauben hergestellt sein.

Ebenso ist's mit dem Eisen; wenn jemand ein zähes, schlackenfreies Eisen für Träger wünscht, so soll man es ihm als Flußschmiedeeisen verkaufen, es aber nicht Stahl nennen; denn es ist nicht und soll nicht härtbar sein. Stahl klingt in des Unkundigen Ohren so viel besser und wertvoller als Eisen, deshalb pflegt es der Verkäufer gern unter diesem Namen zu verkaufen. Tut er es aber, so ist und bleibt das Betrug, selbst wenn sein Verfahren gesetzlich nicht als solcher gekennzeichnet wird.

Bleiben Sie daher auch in Ihren Kreisen streng an der einmal vereinbarten und feststehenden Namengebung. Im weiteren Verlauf unserer Vorlesungen werde auch ich mich streng daran halten.

## Fünfte Vorlesung.

## Das Roheisen.

Wir hatten in unserer letzten Besprechung die Einteilung des Eisens kennen gelernt. Wir hatten zwei Hauptarten von Eisen unterschieden, eine, welche wir Roheisen, die andere, welche wir schmiedbares Eisen nannten. Mit derjenigen Eisenart, welche wir mit Roheisen bezeichneten, wollen wir uns heute beschäftigen. Das Roheisen wird stets unmittelbar aus den uns bereits bekannten Erzen, die uns die Natur liefert, mit Hilfe der Brennstoffe, die wir ebenfalls kennen gelernt haben, erzeugt. Wir hatten gesehen, wie das Roheisen entweder graues Roheisen ist, welches durch Ausscheidung des Kohlenstoffes in Form von Graphit die dunkle Farbe angenommen hat, oder als weißes Roheisen auftritt, welches amorphen Kohlenstoff legiert enthält.

Diese beiden Eisenarten bestehen allerdings in erster Linie aus Eisen und Kohlenstoff; aber der Hüttenprozeß, den wir heut kennen lernen werden, bedingt es, daß eine, wenn auch kleine Menge anderer Elemente mit in das Roheisen gelangt; ja nicht selten bringt man diese Elemente absichtlich hinein.

Es ist nicht meine Absicht, auf die zahlreichen Elemente einzugehen, die in das Eisen übergehen können, ohne dessen Eigenschaften wesentlich zu beeinflussen, sondern ich will nur auf die vier wichtigsten Elemente aufmerksam machen, welche beinahe in jedem Roheisen in kleineren oder größeren Mengen zu finden sind, und die einen erheblichen Einfluß auf dessen Eigenschaften ausüben. Da gibt es zuerst ein Element, welches wir Mangan nennen. Mangan ist ein Metall, welches in reinem Zustande dem Eisen sehr ähnlich ist, sich auch in allen Verhältnissen mit dem kohlenstoffhaltigen Roheisen verbindet, aber trotzdem einen recht großen Einfluß ausüben kann.

Vor allen Dingen hindert das Mangan die Ausscheidung von Kohlenstoff als Graphit. Mit anderen Worten: Wir können ein Roheisen, welches sonst ein graues Eisen werden würde, durch Zufügung von Mangan in weißes verwandeln. Will der Eisenhüttenmann daher weißes Roheisen erzeugen, so nimmt er Erze, welche das Metall Mangan enthalten.

weiße  
des S  
Einfl  
der G  
nimm  
nennt  
strah  
sonde  
zu gra  
man G  
welche  
noch  
Meta  
welche  
Etwa  
Werd  
und  
Ferra  
verhä  
Geha  
aber  
Eisen

mang  
Weiß  
Sie n  
lich i

Sili  
jenes  
ander  
zium  
diogy  
dara  
lichste  
Bun  
auch  
hat f  
wie d

Abgesehen davon, daß das Mangan für die Erzeugung des weißen Roheisens besonders geeignet ist, ändert es auch das Gefüge des Roheisens. Mangan bis zu 2% übt so gut wie gar keinen Einfluß auf das Gefüge des Eisens aus; es bleibt körnig. Steigt der Gehalt über 2%, so ändert sich die Kristallisation. Es nimmt ein strahliges Gefüge an, und ein solches Roheisen nennt man deshalb auch Weißstrahlroheisen oder kurz Weißstrahl. Wenn der Mangangehalt noch höher steigt und besonders, wenn er 10% erreicht, dann schließen sich die Kristalle zu großen spiegelnden Flächen zusammen. Solches Roheisen nennt man Spiegeleisen. Mancher von Ihnen, der solches Roheisen, welches z. B. im Siegerlande in großen Mengen dargestellt wird, noch nicht gesehen hat, würde denken: Das ist ein ganz anderes Metall als Eisen. Es ist aber nichts weiter als Roheisen, in welchem der Regel nach 8 bis 20% Mangan enthalten sind. Etwa bei 10% Mangan sind die Spiegelflächen am größten. Werden 20% überstiegen, so trennen sich die Kriställchen wieder und bilden einzelne Säulen, und dann nennt man das Eisen Ferrromangan. Ferrromangan ist daher ein Roheisen, welches verhältnismäßig sehr viel Mangan enthält. Man kann den Gehalt an Mangan beliebig bis zu reinem Mangan erhöhen, aber man geht nicht über 80% hinaus, denn dann fängt das Eisen an beim Erstarren auseinander zu fallen.

Wir werden im weiteren Verlaufe die Anwendung dieser manganhaltigen Roheisenarten kennen lernen, sowohl die des Weißstrahls als die des Spiegeleisens und des Ferrromangans. Sie mögen sich dann erinnern, daß alle diese Roheisenarten lediglich ihre Eigentümlichkeiten dem Mangangehalte zu danken haben.

Nun wollen wir an ein anderes Element herantreten, welches Silizium genannt wird. Das Silizium ist das Grundelement jenes Minerals, welches Quarz heißt und, welches locker aneinander gereiht, Sand, fest verkittet dagegen Sandstein bildet. Silizium oxydiert, d. h. mit Sauerstoff verbunden, gibt Siliziumdioxid, oder wie man in der Technik sagt: Kieselsäure, und daraus besteht eben der Quarz. Dieser Quarz ist die gewöhnlichste Beimengung oder Verunreinigung der Eisenerze. Kein Wunder, daß bei dem Prozeß, durch den man das Eisen erzeugt, auch dieses Element mit in das Eisen übergeht. Das Silizium hat so ziemlich den entgegengesetzten Einfluß auf das Roheisen wie das Mangan. Wenn man Silizium in das Roheisen einführt,

dann wird letzteres grau, auch wenn es sonst weiß werden würde. Es scheidet sich also Graphit aus. Ist nun der Siliziumgehalt nicht sehr groß, dann scheidet sich wenig Graphit aus, das Eisen ist hellgrau; ist mehr Silizium darin enthalten, dann wird es dunkler, schließlich ganz schwarz. Bei weiterem Steigen des Siliziumgehaltes entsteht eine Roheisenart, welche Ferro-silizium genannt wird.

Ich möchte noch eine kurze Zeit bei der Wirkung des Siliziums auf das Roheisen stehen bleiben. Viele von Ihnen werden ja wohl in Eisengießereien beschäftigt sein und werden deshalb in dieser Beziehung leicht meinen Auseinandersetzungen folgen können. Versetzen Sie sich einmal in eine Gießerei, in der man irgendwelche kleinen Gegenstände in Formen, die in Sand hergestellt sind, gießt, so kann man nicht den Gegenstand, den man wünscht, allein herstellen; man muß vielmehr einen Kanal haben, durch den man das Eisen in die Form hineingießt und ferner Öffnungen, Windpfeifen, durch welche die in der Form eingeschlossene Luft entweicht. Wenn man die Form voll Eisen gießt, dann fließt natürlich auch das Eisen in diese Öffnungen. Wenn das Eisengußstück aus der Form herausgeholt wird, so bleiben an dem eigentlichen Gußkörper eine Menge Anhängsel, die man abschlagen muß. Diese Anhängsel schmilzt man natürlich wieder im Kuppelofen um. Wenn man das aber mehrere Male getan hat, dann bekommt man kein bearbeitbares Eisen mehr, sondern harte und spröde Gußstücke, welche sich weder auf der Drehbank, der Bohrmaschine, noch auf der Hobelmaschine bearbeiten lassen. Woher kommt das? Bei dem Umschmelzen in dem Kuppelofen ist das Silizium durch Verschlackung herausgegangen. Das siliziumarme Eisen scheidet Graphit nicht mehr aus. Will man wieder ein ordentliches Gießerei-Roheisen haben, dann muß man entweder frisches siliziumreiches Roheisen, oder man muß Ferro-silizium hinzusetzen. Beides pflegt zu geschehen.

Sie sehen, der Siliziumgehalt ist für den Eisengießer ein unentbehrlicher, wichtiger Bestandteil seines Roheisens.

Nun kommen wir zu einem dritten Elemente, welches Sie aus dem Gebrauche eines ganz anderen Gegenstandes her kennen, von den Streichhölzern. Das ist der Phosphor. Dieser Phosphor ist in Verbindung mit Sauerstoff in den meisten Eisenerzen enthalten und aus diesen geht er in das Roheisen bei der Erzeugung im Hochofen über. Im Roheisen übt Phosphor zum

Teil  
dünn  
leicht  
rati  
dah  
z. L  
um  
Säu  
Ein  
ring  
mar  
wen  
stoff  
entz  
ob  
nich  
und  
nim  
ein  
Ph  
spät  
Eise  
dah

der  
sind  
nun  
mac  
flüs  
aus  
Eise  
mac  
Guß  
inn  
bar  
allg  
bar  
Ph  
im  
getu

Teil einen ganz guten Einfluß aus, er macht nämlich das Eisen dünnflüssig, d. h. wenn Phosphor im Roheisen ist, so schmilzt es leichter. Die Folge davon ist, daß es bei gleicher Schmelztemperatur viel dünner fließt. Es füllt vorzüglich die Formen, und daher benutzt man es, um recht dünne Gußwaren herzustellen, z. B. Töpfe und Bratpfannen; und ferner benutzt man es dazu, um Kunstguß zu machen, d. h. Gußstücke mit hübschen Verzierungen, Säulenkapitäl, eiserne Öfen und dergleichen. Das ist der gute Einfluß, aber es kommt ein recht schlechter dazu, nämlich die Veringerung der Festigkeit des Eisens. Bei dem Geschirrguß nimmt man darauf nicht viel Rücksicht. Eine Hausfrau ist zufrieden, wenn sie recht dünne Geschirre hat, dann braucht sie weniger Brennstoff. Aber freilich, läßt sie den Topf hinfallen, so geht er leichter entzwei, als ein phosphorfreier. Die Hausfrau muß also wählen, ob sie entweder weniger Brennstoff gebrauchen will und dann nicht ungeschickt sein darf, oder mehr Brennstoff verwenden muß und dann nicht so vorsichtig zu sein braucht. In dem einen Falle nimmt sie ein phosphorhaltiges, dünnwandiges, in dem anderen ein phosphorfreies, dickwandiges Geschirr. Sie sehen, so spielt der Phosphor eine bedeutende Rolle auch im Hausstande. Wir werden später sehen, wie er in der einen Art des Eisens, im schmiedbaren Eisen, nur schädliche Eigenschaften hervorruft, und wie man ihn daher bei der Erzeugung dieses Eisens durchaus entfernen muß.

Wir kommen zu dem vierten Element, dem Schwefel. Auch der Schwefel ist ein Element, welches sich in vielen Eisenerzen findet und daraus in das Roheisen übergeht. Der Schwefel ist nun ausnahmslos ein schlechter Bestandteil des Eisens. Er macht umgekehrt wie der Phosphor das Gießereiroheisen dickflüssig, ein schwefelhaltiges Roheisen füllt daher die Formen schlecht aus. Ein Gießereier kann nichts Besseres tun als schwefelhaltiges Eisen ganz zu vermeiden und erst gar keinen Versuch damit zu machen, auch wenn er es billig kaufen könnte. Schwefelhaltiges Gußeisen bringt niemals Segen, schwefelhaltiges Roheisen ist immer schlecht. Wir werden später sehen, wie auch in dem schmiedbaren Eisen der Schwefelgehalt nur Nachteile hervorruft. Im allgemeinen will ich hier noch hinzufügen, daß das beste schmiedbare Eisen das ist, welches weder Mangan, noch Silizium, noch Phosphor, noch Schwefel enthält, sondern nur Kohlenstoff, während im Roheisen durch jene Elemente, mit Ausnahme des Schwefels, gewisse Vorteile hervorgebracht werden können.

Nachdem ich so den Einfluß der wichtigsten Elemente erwähnt habe, welche theils absichtlich, theils unabsichtlich in das Roheisen gelangen, möchte ich kurz noch eines Elementes gedenken, obwohl es im Roheisen nicht enthalten ist. Es ist dies das Aluminium. Sie kennen es alle als ein sehr leichtes Metall, welches man daher zu Zeltbeschlägen, Feldflaschen der Soldaten usw. benutzt, obgleich es sonst nicht gerade sehr wertvolle Eigenschaften besitzt, namentlich nur eine geringe Festigkeit hat. Dieses Metall wendet man in der Eisengießerei mit erheblichem Vorteil als Zusatz zum flüssigen Roheisen an, obwohl in den Gußwaren nichts davon zurückbleibt. Namentlich wenn man kleine Gegenstände zu gießen hat, ist der Zusatz von ein wenig Aluminium recht günstig. Es wirkt dahin, daß die Graphitausscheidungen viel kleiner werden, daher der Guß dicht wird. Das Aluminium verschwindet dabei, indem es sich zu Tonerde (Aluminiumoxyd) umwandelt. Es hat nur den Einfluß auf das Eisen geübt, bleibt aber nicht darin. Diesen sogenannten Mitisguß erzeugt man gern, aber man darf nicht vergessen, daß Aluminium teuer ist.

Nachdem wir so die Einwirkungen einzelner Elemente auf das Roheisen kennen gelernt haben, wollen wir uns nun zu der Erörterung wenden, wie Roheisen hergestellt wird.

#### Hochofenprozeß.

Roheisen wird aus den verschiedenen Eisenerzen hergestellt, welche in der dritten Vorlesung besprochen worden sind; Magnetisenerz, Roteisenerz, Brauneisenerz, Spateisenerz mit den Abarten, schließlich auch aus dem abgerösteten Schwefelkies, dem sogenannten Purpurerz. Diejenigen Erze, welche im rohen Zustande Kohlensäure oder Schwefel in größeren Mengen enthalten, also die Spateisenerze und Schwefelkiese, oder diejenigen, welche Schwefelkies, Kupferkies, Zinkblende nebenbei enthalten, müssen, ehe sie im Hochofen auf Roheisen verarbeitet werden, einer Vorarbeit, dem Rösten, unterliegen. Die Arbeit besteht darin, daß man in einen, gewöhnlich trichterförmig gestalteten Ofen Erze und abwechselnd damit Brennstoffe einschüttet, von unten Verbrennungsluft zuführt und durch die erzeugte Wärme die Erze so weit erwärmt, daß die Zerlegung stattfindet, ohne daß eine Schmelzung eintritt. Unten am Ofen zieht man die gerösteten Erze heraus. Hat man es nicht nur mit Kohlensäure zu tun, die ausgetrieben werden soll, sondern mit Schwefel in reichlichen Mengen, z. B. beim

Schw  
großesind a  
von C  
auch  
Hydro  
wir e  
welche  
werke  
ohne  
auchWärm  
eines  
Hälfte  
schnitt

Hoch

ist ein  
nur 2aufein  
Anfa  
(a) n  
beide  
zwise  
Kast  
Gebä  
Bodeöffnu  
mehr  
und  
der C  
die g  
Kau  
festen

Schwefelkies, so leitet man die gebildete schweflige Säure in große Kammern aus Blei und macht daraus Schwefelsäure.

Die rohen oder gerösteten Erze sind jetzt der Grundstoff. Sie sind alle im wesentlichen Oxide des Eisens, d. h. Verbindungen von Sauerstoff mit Eisen. Nur die Brauneisenerze enthalten auch noch Wasser, denn der eisenhaltige Bestandteil war ja das Hydrat des Eisenoxyds. Indessen auf dieses Wasser brauchen wir ebensowenig Rücksicht zu nehmen, wie auf die Feuchtigkeit, welche die Erze aus der Luft aufnehmen oder aus dem Bergwerke mitbringen. Alles dieses Wasser verdampft leicht im Ofen, ohne daß man die Erze vorher zu trocknen braucht, und dann sind auch diese Erze Eisenoxyde.

Aus diesen Eisenoxyden soll nun unter Anwendung von Wärme Roheisen hergestellt werden, und dazu bedient man sich eines Apparates, welcher umstehend abgebildet ist. Die linke Hälfte der Zeichnung stellt die Ansicht, die rechte einen Durchschnit dar (Fig. 2 auf S. 49).

Man nennt ihn, weil er eine sehr bedeutende Höhe hat, Hochofen.

Ein solcher Ofen ist heutigentags 20 bis 30 m hoch. Das ist ein gewaltiger Apparat, höher als die Häuser in Berlin, welche nur 22 m hoch gebaut werden dürfen.

Das Innere des Ofens ist ein Hohlraum, welcher aus zwei aufeinandergesetzten, abgestumpften Kegeln mit einem zylindrischen Ansätze nach unten besteht (Fig. 3 auf S. 49). Die obere Öffnung (*a*) nennt man Gicht, die weiteste Ebene, die Grundfläche der beiden abgestumpften Kegel (*b*) Kohlenack, den Raum *A* dazwischen Schacht, den darunterliegenden umgekehrten Kegel *B* Raß, deren untere Begrenzungsfläche (*c*), in deren Höhe die Gebläseluft eintritt, Formenebene, den Zylinder *C* bis zum Boden (*d*) Gestell.

Unterhalb der Formenebene, in welcher fünf bis sieben Luftöffnungen (Windformen, *a*) angebracht sind, liegen eine oder mehrere Öffnungen zum Abfluß der Schlacke Schlackenflüsse (*b*) und über dem Bodenstein die Öffnung zum Auslassen des Eisens, der Eisenstich (*c*). Das Gestell dient nur als Sammelraum für die geschmolzenen Erzeugnisse des Hochofens. Dieser ganze innere Raum (*A*, *B*, *C*) ist umgeben von Gemäuer, welches aus feuerfesten Steinen bestehen muß (dem Kernschacht,) und welches

man früher durch starkes Ziegelmauerwerk (den Rauhschacht) oder durch einen eisernen Mantel stützte. Heutigentags macht man das nicht mehr so, sondern läßt den ganzen feuerfesten Aufbau freistehen und umgibt ihn nur mit eisernen Ringen als Anker, die eine Ausdehnung des Mauerwerks verhindern und es zusammenhalten. Daß man einen so ungeheueren Ofen sehr sorgfältig bauen muß, liegt auf der Hand.

Nun besitzt der Ofen, wie angegeben, mehrere Öffnungen. In die oberste Öffnung, die Gicht, wirft man die festen Grundstoffe, und zwar abwechselnd eine Schicht Erze und eine Schicht Koks. Bei dem heutigen Hochofenbetriebe benutzt man fast ausschließlich dieses Produkt der Destillation der Steinkohle, von dem wir bereits gesprochen hatten, als Brennstoff im Hochofen. Koks sind annähernd reiner Kohlenstoff mit Aschenbestandteilen. Nur hin und wieder, z. B. in Schweden, verwendet man noch Holzkohle und im östlichen Teile der Vereinigten Staaten Anthrazit, in Schottland gasarme Sinterkohle. Diese festen Stoffe werden in Lagen ausgebreitet abwechselnd in die Gicht hineingestürzt. Denken Sie sich nun einmal den ganzen Ofen vollgefüllt mit solchen abwechselnden Schichten. Wenn man ihn dann durchschneidet, sähe er aus wie ein großer Baumkuchen.

Unten, wo die Raß aufhört, befinden sich mehrere Öffnungen, in welche kegelförmig gestaltete, doppelwandige, durch Wasser gekühlte Bronzestücke (Formen) in das Innere ragen. Durch diese bläst man den Wind (d. h. die gepreßte und erhitzte atmosphärische Luft) in den Ofen. Woher man sie bekommt, werden wir gleich sehen. Gewöhnlich finden sich fünf oder sieben solcher Öffnungen bei einem großen Hochofen vor. Da aber die Eisenerze nicht reine Eisenoxyde enthalten, sondern gemischt mit diesen auch noch Bergarten, besonders Quarz, Ton, Kalkspat und Dolomit, so genügt es nicht, nur das Eisen zu reduzieren und durch Kohlung in Roheisen überzuführen, sondern man muß es auch noch von diesen Bergarten trennen. Zu diesem Zwecke werden die Bergarten zu einer eisenfreien Schlacke zusammengeschmolzen.

Diese Schlacke muß gleichzeitig mit dem Roheisen schmelzen. Freilich geschieht das ohne Schwierigkeit, wenn das richtige Verhältnis zwischen den vier Stoffen: Kieselsäure, Tonerde, Kalkerde und Magnesia vorhanden ist; aber leider besitzen die Eisenerze selten die Bergarten im richtigen Verhältnisse, der Regel nach muß man vielmehr den einen oder den anderen Stoff, meistens

Kalk-  
Stoffe  
Die  
trenn-  
häufig

Rohe-  
unter  
die  
muß  
getre-  
Eise-  
und  
jeder

Kalkerde, ergänzen, und man mischt zu diesem Zwecke die nötigen Stoffe mit den Erzen. Solche Stoffe nennt man Zuschläge. Die Zuschläge werden also gleichzeitig mit den Erzen, aber getrennt von den Brennstoffen, in den Hochofen geschüttet; der am häufigsten angewendete Zuschlag ist Kalkstein.

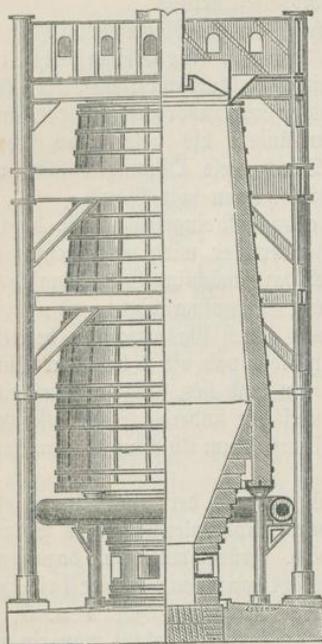


Fig. 2.

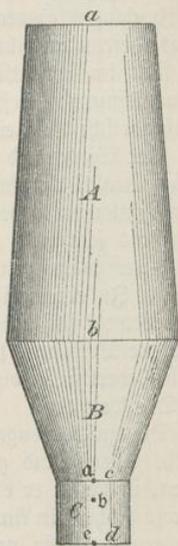


Fig. 3.

Die Schlacke ist viel leichter, etwa dreimal so leicht als das Roheisen. Kein Wunder, daß, wenn Roheisen und Schlacke sich unten im Hochofen sammeln, sie sich voneinander scheiden, und die Schlacke auf dem Eisen, wie Öl auf Wasser, schwimmt. Nun muß man dafür sorgen, daß die beiden Erzeugnisse auch voneinander getrennt aus dem Ofen gelangen. Von Zeit zu Zeit, wenn sich genug Eisen gesammelt hat, läßt man das Eisen heraus (sticht es ab), und dazu dient die unterste Öffnung (e), der Stich, welche vor jedem Herauslassen des Eisens (Abstich) geöffnet und nachher

wieder durch einen Pfropfen aus Kohle und Ton geschlossen wird. Höher hinauf, aber natürlich tiefer als die Windformen, liegt eine zweite Öffnung, durch welche die Schlacke abfließt (der Schlackenfluß). Man läßt die Schlacke so lange abfließen, bis das Roheisen bis nahe zu der Schlackenöffnung gestiegen ist; dann öffnet man den Stich und läßt das Roheisen heraus.

Nun wollen wir untersuchen, wie das Roheisen im Hochofen entsteht. Ich hatte angeführt, daß man eine Eisenerzschicht samt den Zuschlägen abwechselnd mit einer Koks-schicht durch die Gicht des Hochofens aufgibt. Verfolgen wir zuvörderst die Koks-schicht. Sie sinkt im wesentlichen unverändert bis dahin, wo sich die Formenöffnungen befinden. Durch diese Öffnungen bläst man atmosphärische Luft ein, der Hüttenmann sagt Wind.

Der Wind wird da nicht etwa bloß eingefogen, wie die Luft durch einen Dampfkesselrost, sondern er wird eingepreßt. Auf jedem Hüttenwerke befinden sich dazu mächtige Gebläsemaschinen, welche bis jetzt noch meist durch Dampfmaschinen, oft indessen und später wahrscheinlich immer durch Gasmaschinen betrieben werden. In einem eisernen Zylinder von oft 2 bis 3 m Durchmesser bewegt sich ein Kolben hin und her, saugt auf der einen Seite die Luft an, preßt sie auf der anderen Seite zusammen und befördert sie in die Windleitung. Zum Abschluß dienen Saug- und Druckventile.

Die zusammengepreßte Luft nennt der Hüttenmann eben Wind. Der Wind gelangt durch Röhrenleitungen zu Vorrichtungen, in denen er erhitzt wird. Früher hatte man dazu gußeiserne Röhren in Anwendung, jetzt baut man mächtigste inerne Kammern (wie sie nebenstehende Zeichnung, Fig. 4 u. 5, im Längs- und Querdurchschnitt zeigt). Zuerst erhitzt man ein jede solche Kammer (den Wärmespeicher) dadurch, daß man Heizgase, die dem Hochofen entstammen, durch *a* eintreten läßt, sie durch zugeführte Luft *b* verbrennt und die Flamme zuerst aufwärts durch einen Kanal (*A*), dann abwärts durch ein Stein-gitterwerk (*B*) führt. Die gleichzeitig abgekühlten Gase treten durch einen Kanal *c* zur Esse (Fig. 4 u. 5). Darauf dreht man die Ventile und damit die Richtung der Gase um, welche jetzt in einen anderen gleichen Apparat strömen und diesen erhitzen, leitet dagegen den kalten Wind, der von der Gebläsemaschine kommt, durch die Öffnung *d* in die heiße Kammer; er nimmt die Hitze auf, strömt umgekehrt wie die Gase durch das Gitterwerk (*B*)

aufn  
abw  
zum  
beite  
zu e  
(gen

900  
wird  
feuer  
sind,  
strör  
Dfer  
vor;  
unfe  
Der  
bind  
und  
da i  
ory  
Luft  
einfe  
zu v  
ihn  
Sau  
besse  
also  
den  
gege  
oxyd  
samm  
sich  
(Kol  
talli  
Eise  
Koh  
es b  
kann  
eife  
scher

aufwärts, durch den Kanal (A) abwärts und tritt (bei e) aus zum Hochofen. Natürlich arbeiten, um keine Unterbrechung zu erleiden, mehrere Kammern (gewöhnlich vier) zusammen.

Man erhält so 800 bis 900° warmen Wind. Dieser wird durch Röhren, welche mit feuerfesten Steinen ausgefüttert sind, zum Hochofen geführt und strömt durch die Formen in den Ofen hinein. Da findet er Koks vor; und nun erinnern Sie sich unserer früheren Vorlesung: Der Sauerstoff der Luft verbindet sich mit dem Kohlenstoff, und da überschüssiger Kohlenstoff da ist, so bildet er Kohlenoxydgas. Der Stickstoff der Luft bleibt übrig und steigt einfach im Ofen auf, ohne sich zu verbinden. Könnte man ohne ihn fertig werden und nur mit Sauerstoff arbeiten, wäre es besser. Das Kohlenoxydgas steigt also aufwärts, den niederrückenden Eisenoxyden der Erze entgegen. Wenn das heiße Kohlenoxydgas mit Eisenoxyd zusammenkommt, dann wandelt sich ersteres um in Kohlen säure (Kohlendi oxyd), letzteres in metallisches Eisen. Das reduzierte Eisen findet in den Koks reichlich Kohlenstoff vor. Daher nimmt es davon auf, soviel es lösen kann und wandelt sich in Roheisen um. Bei der hier herrschenden Temperatur schmilzt

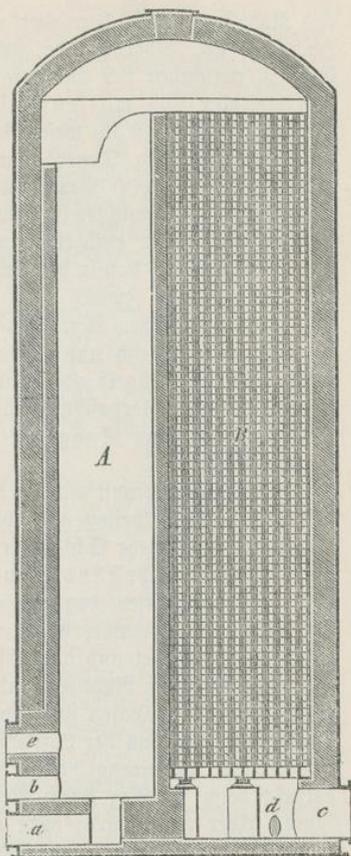


Fig. 4.

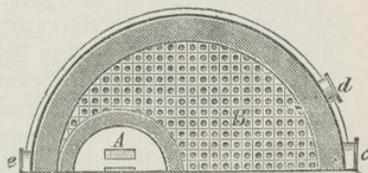


Fig. 5.

4\*

das Roheisen, tropft hernieder und sammelt sich im Gestell des Hochofens an. Aber zu der gleichen Zeit, zu der das Roheisen schmilzt, verbinden sich auch die eisenfreien Bergarten der Erze untereinander und mit den Zuschlägen und schmelzen zu einer Schlacke. Diese ist im wesentlichen eine Verbindung von Kalkerde oder Magnesia, Tonerde und Kieselsäure, etwa in dem Verhältnis, daß in 100 Gewichtsteilen Schlacke 35 Gewichtsteile Kieselsäure, 20 Gewichtsteile Tonerde und 45 Gewichtsteile Kalkerde und Magnesia enthalten sind. Ein guter Ofenbetrieb muß so geführt werden, daß in die Schlacke kein Eisen geht, denn dessen Abscheidung ist ja Zweck.

Wenn man den Betrieb nicht ordentlich leitet, dann wird die Schlacke eisenreich und schwarz von Aussehen, während sie sonst hellgrün, hellgelb oder hellgrau, jedenfalls licht gefärbt ist. Einen solchen fehlerhaften Gang des Hochofens mit schwarzer Schlacke nennt man Rohgang des Ofens. Er muß stets vermieden werden.

Die Schlacke tropft mit dem Roheisen ins Gestell und sammelt sich über dem Roheisen an, eben weil sie leichter ist. Da der Regel nach viel mehr Schlacke erzeugt wird, als Roheisen, so läßt man die Schlacke beständig aus der dafür bestimmten Öffnung abfließen, das Eisen dagegen ansteigen, bis es nahe an die Schlackenöffnung kommt; dann erst wird der Eisenstich mit einer Brechstange geöffnet und das Eisen fließt heraus.

Ehe ich aber Roheisen und Schlacke weiter verfolge, muß ich noch von den Gasen sprechen, welche im Hochofen aufsteigen. Unten hatte sich aus der Luft Kohlenoxyd gebildet, dem der Stickstoff der Luft beigemischt blieb. Aus einem Teile des Kohlenoxyds entsteht beim Aufstieg durch Reduktion der Eisenoxyde Kohlenensäure. Aber man würde nicht arbeiten können, wenn man nur so viel Kohlenstoff zu Kohlenoxyd verbrannt hätte, als grade zur Reduktion nötig ist. Man würde dann nicht die nötige Hitze zum Schmelzen bekommen. Die Folge davon ist, daß oben an der Gicht ein Gasgemenge von Kohlenoxyd, Kohlenensäure und Stickstoff ausströmt, welchem die aus dem Wassergehalt der festen Grundstoffe durch Verdampfung entstandenen Wasserdämpfe beigemischt sind. Dieses Gasgemenge enthält genügend Kohlenoxyd, um noch gut brennbar zu sein und, einmal angezündet, freiwillig fortzubrennen. Dadurch gewinnt man in dem Gase (Gichtgas genannt) ein noch nützliches Nebenerzeugnis des Hochofens.

man  
aber  
die  
man  
Vor  
(Re  
die  
Eise  
so n

dur  
schie  
verl  
auf  
oder  
schl  
wei  
folg  
gefü  
Ein  
mec  
dur  
sou  
schü  
fest

Wenn man in alten Zeiten vor einem Hochofen stand, so sah man oben aus der Gicht eine mächtige Flamme herauslodern; aber bald regte sich der Wunsch, statt so die Atmosphäre zu heizen, die Wärme der verbrennenden Gase zu verwerten. Jetzt macht man es daher anders. Man schließt die Gicht durch eine eiserne Vorrichtung (Gichtverschluß), in der sich ein Ventil befindet (Regel- oder Glockenventil), welches nur geöffnet wird, wenn die festen Grundstoffe eingeschüttet werden sollen. Wenn das Eisenerz, der Kalkstein und die Koks aufgegeben werden sollen, so werden diese zuvörderst in einen trichterartigen Aufsatz, der

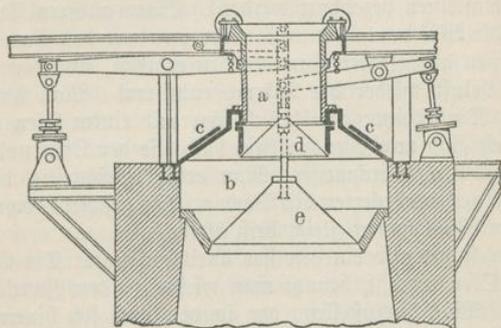


Fig. 6. Nach Wedding, Eisenhüttenkunde.

durch das Ventil verschlossen ist, geschüttet; dann, wenn die Beschickung im Ofen hinreichend niedergesunken ist, weil unten Koks verbrannt und Roheisen und Schlacke geschmolzen sind, öffnet man auf eine kurze Zeit das Ventil, d. h. man senkt das Regelventil oder hebt das Glockenventil, bis die Beschickung im Ofen ist, und schließt es dann schleunigst wieder. Jetzt können die Gase nicht entweichen, sondern müssen einer aus Blech hergestellten Rohrleitung folgen, durch welche sie unverbrannt zur Hüttensohle abwärts geführt werden. Man ist gegenwärtig bestrebt, die Arbeit des Einschüttens der festen Stoffe und das Öffnen des Ventils ganz mechanisch durch Maschinen ausführen zu lassen und gleichzeitig durch einen Doppelverschluß die Gase vollständig abzufangen, sowie die Arbeiter vor dem ausströmenden Kohlenoxydgas zu schützen.

Die obenstehende Fig. 6 zeigt eine solche Vorrichtung. Die festen Stoffe werden mechanisch in den Zylinder *a* geschüttet.

Wird der Regel *a* gesenkt, so fallen sie in den Raum *b*. Nach Schluß des Regels *a* wird der Regel *e* geöffnet und die Stoffe fallen in den Hochofenschacht.

Einen Teil der Gase leitet man unter Dampfkeffel, verbrennt ihn da mit Luft und erzeugt die nötige Wärme zur Dampfbildung für den Betrieb der Gebläsemaschinen, die den Wind liefern, oder benutzt das Gas, nachdem es mit Luft gemischt und durch den elektrischen Funken angezündet ist, unmittelbar zum Betrieb von Maschinen (Gasmaschinen, die, je nachdem Gas und Luft einzeln angefaugt oder vorher gemischt sind, als Bier- und Zweitaktmaschinen bezeichnet werden). Einen anderen Teil leitet man in die Winderhitzer und verbrennt dort das Gas, um die mit Steinen ausgelegten Kammern zu erhitzen, aus denen dann die Gebläseluft wieder die Wärme entnimmt. Man hat solche steinerne Winderhitzer gewöhnlich vier mit einem Ofen verbunden. Diese sind mindestens ebenso hoch wie der Ofen und haben etwa 7 bis 8 m Durchmesser. Man erhitzt gleichzeitig drei und entnimmt aus dem vierten die Wärme. Das geschieht abwechselnd, damit der Wind immer gleich heiß bleibe.

Hier findet also ein gewisser Kreislauf statt. Die Gase, die man im Ofen erzeugt, benutzt man wieder zu dem Zwecke, einerseits den Wind herzustellen, der in den Hochofen hineinkommt, andererseits diesen zu erhitzen. Mit dem erhitzten Winde erreicht man günstigere Ergebnisse in bezug auf Höhe der Roheisendarstellung und Koksersparnis als früher mit kaltem Winde. Die Verbrennung geht schneller und energischer vonstatten; man kann daher mehr Roheisen und dies mit weniger Koks erschmelzen.

Ich will nicht verfäumen, Sie darauf aufmerksam zu machen, daß die unmittelbare Benutzung der Gase zum Betrieb von Maschinen einen sehr großen Fortschritt bedeutet; denn da diese Ausnutzung der Gase eine weit bessere Verwertung ihrer Verbrennungswärme gestattet, als wenn erst Dampf erzeugt wird, so reichen die Hochofengase jetzt dazu aus noch andere Maschinen zu betreiben, z. B. Walzenzugs-, elektrische Licht- und Kraftmaschinen, und man kann mehr und mehr die Dampfkeffel entbehren. Um indessen Gasexplosions-Maschinen, sog. Gasmotoren, treiben zu können, ohne daß sie einer allzu schnellen Abnutzung unterliegen, dazu gehört ein staubfreies Gas. Das Nichtgas muß daher von dem Staube, den es stets aus dem Hochofen mitnimmt, sehr gut gereinigt werden. Das geschieht teils durch plötzliche

Ände  
durch

die G  
zu m  
mitte  
setzt  
um r  
dami

in de

den  
einen  
gasfi  
wir  
abwe  
hinu  
Bent  
oxyd  
Kohl  
eisen  
die  
zu e  
Eisen  
Win  
stein  
der  
erste  
herv  
ziere  
dam  
geeig

zene  
Koh  
vier  
es e  
men  
fahr

Aenderung der Richtung und Geschwindigkeit des Gasstromes, theils durch Wasser, namentlich unter Benutzung der Schleuderkraft.

Grade die Gasmotoren haben wesentlich dazu beigetragen, die Elektrizität als bewegende Kraft im Eisenhüttenwesen nutzbar zu machen. Man verbindet nicht nur mit den Gasmotoren unmittelbar Licht erzeugende Elektrizitätsmaschinen, sondern man setzt auch die Energie der Gasmaschinen in Starkstromelektrizität um und treibt entfernt liegende Gebläse, Kräne, selbst Walzwerke damit.

In dieser Richtung hat sich schnell eine große Umwälzung in dem Betriebe der Eisenhütten vollzogen.

Nun möchte ich noch einmal einen kurzen Überblick über den Vorgang im Hochofen geben. Wir können gewissermaßen einen absteigenden Strom fester und einen aufsteigenden Strom gasförmiger Stoffe unterscheiden. Oben in den Hochofen schütten wir in Zwischenräumen von der Regel nach einer halben Stunde abwechselnd Schichten von Erz und Koks. Sind diese genügend hinuntergesunken, so werden unter Öffnung des oben befindlichen Ventils neue eingeführt. Was wird aus ihnen? Aus den Eisenerzden der Erze wird metallisches Eisen reduziert, das nimmt Kohlenstoff auf, geht über in Roheisen und schmilzt. Das Roheisen sammelt sich flüssig unten an und gleichzeitig verbinden sich die Nebenbestandteile der Erze, die Bergarten, und die Zuschläge zu einer ebenfalls schmelzenden Schlacke, welche sich über dem Eisen ansammelt, auf dem sie schwimmt. Umgekehrt wird unten Wind eingeblasen, welchen Gebläsemaschinen liefern und der in steinernen Kammern erhitzt wird. Er wandelt den Kohlenstoff der Koks in Kohlenoxydgas um und erfüllt damit zwei Zwecke, erstens den physikalischen, Wärme zur Schmelzung und Reduktion hervorzurufen, zweitens den chemischen, das Eisenoxyd zu reduzieren. Das Gemenge von Kohlenoxyd, Kohlenensäure und Wasserdampf mit Stickstoff wird von der Gicht abgezogen und an den geeigneten Stellen verbrannt.

Sehen wir uns jetzt noch einmal näher die beiden geschmolzenen Stoffe, welche wir unten gewinnen, an. Da ist zuerst das Roheisen. Das sticht man von Zeit zu Zeit, gewöhnlich alle vier bis sechs Stunden ab, indem man den Stich öffnet, und leitet es entweder in aus Sand oder aus Eisen hergestellte flache Formen, in denen es zu Massen (Gänsen) erstarrt, oder in große fahrbare Pfannen, in denen es fortgeschafft wird.

Wie groß die Menge des Roheisens ist, ergibt sich daraus, daß in Deutschland ein Hochofen mindestens 80, oft 100 vielfach 200, ja 300 t, d. h. 300 000 kg Roheisen in 24 Stunden herstellt. In Amerika, wo man sehr reiche Erze hat, steigt diese Menge zuweilen bis auf 800 t.

Soll das Roheisen zu Masseln erstarren, so leitet man es in einem Sandkanal fort, in dem man eine Art Schleuse aus einer mit Ton überklebten Eisenplatte aufgestellt hat, unter welcher das Eisen hindurchfließt, während die Schlacke nicht mitkommen kann. Das Eisen fließt dann durch einen langen Hauptkanal mit vielen Zweigen in die vorbereiteten Formen. Diese liegen reihenweise nebeneinander und bilden langgestreckte Betten, welche mit vielen Quererhöhungen (Brücken) versehen sind, so daß das erstarrte Eisen nachher dort schwächere Stellen aufweist und leicht in handliche Stücke zer schlagen werden kann. Diese Masseln oder Gänse, die man deshalb so genannt hat, weil sie früher eine einer Gans ähnliche Gestalt erhielten, werden an Gießereien, Buddelwerke, Martin-Werke usw. abgeliefert. Der Käufer beurteilt der Regel nach das gekaufte Roheisen nach dem Aussehen des Bruches, daher läßt man dasjenige Roheisen, welches viel Graphit ausscheiden soll, in Sandformen, dasjenige, welches einen weißstrahligen Bruch zeigen soll, in eisernen Formen erstarren, denn es handelt sich darum, dem Käufer einen möglichst schönen Bruch zu zeigen; aber freilich täuscht ihn das Aussehen sehr oft. Es ist nicht richtig sich auf das Auge zu verlassen. Viel richtiger ist es, eine chemische Analyse zu veranstalten, die niemals täuscht. Will man Roheisen für den Gießereibetrieb verkaufen, so leitet man es in Formen, die aus Sand hergestellt sind. Sand leitet die Wärme schlecht, das Eisen kühlt sich also langsam ab; aber an dem Eisen haftet nachher der Sand und verdirbt beim Umschmelzen in der Gießerei den Kuppelofenbetrieb. Richtiger ist es, da die Graphitanscheidung vom Kohlenstoff- und Siliziumgehalt, namentlich aber von letzterem abhängt, das Roheisen, wie das weiße, in eisernen Formen erstarren zu lassen, aber es zu analysieren und den Siliziumgehalt zu bestimmen; dann kann man nach dem Ausfall der Analyse den Preis richtig festsetzen.

Will man ein weißes Eisen verkaufen, so verlangt der Käufer umgekehrt, daß keine Spur von Graphit darinnen sei. Deshalb macht man hier die Formen stets aus Eisen, um in dem guten Wärmeleiter eine schnelle Erstarrung herbeizuführen.

fällt  
dem  
Mit  
ab,  
wag  
Dar  
weit  
auch  
Koh

arti  
ofen

Sch

Hoch

daß

Hall

Grü

darc

kauf

zwei

eini

groß

dann

wor

Bau

Pfle

der

zu r

um

Sch

Gen

entf

Sch

zu r

oder

(gr

Sind mehrere Hochofen an demselben Orte in Betrieb, so fällt leicht das Roheisen in ihnen verschieden aus. Soll es zu demselben Zwecke gebraucht werden, so ist es besser, es durch Mischung gleichartig zu machen. Man sticht es dann in Pfannen ab, die auf Rädern stehen und gewöhnlich durch einen Dampfswagen zu mächtigen Gefäßen, Mischer genannt, gefahren werden. Darin hält es sich so lange flüssig, bis es daraus entnommen und weiter verwertet wird. Wir werden später sehen, daß diese Mischer auch noch einen zweiten Zweck verfolgen, außer dem, gleichmäßiges Roheisen zu erhalten.

Hat man nur einen Ofen oder erzeugen alle Hochofen gleichartiges Roheisen, so führt man es auch wohl sogleich vom Hochofen im geschmolzenen Zustande zur Bessmer-Hütte.

Gehen wir nun auf das zweite flüssige Produkt, die Schlacke über.

Diese ist für gewöhnlich eine der größten Lasten für den Hochofenbesitzer. Sie wird in so ungeheuren Mengen dargestellt, daß man nicht weiß, wohin damit. Man wirft sie auf große Halben, die dann manchmal ganze Berglandschaften bilden. Aber Grund und Boden wird um so teurer, je mehr Industrie sich darauf ansiedelt und bald ist kein Grund und Boden mehr zuzukaufen. Da hat man sich mit Recht schon längst bemüht, eine zweckmäßige Verwertung der Schlacken zu finden. Ich will Ihnen einige der Verwertungsarten anführen: Man hat die Schlacke in große Gruben geleitet und sie langsam darin erstarren lassen, dann wird die Schlacke, die bei schneller Abkühlung glasartig geworden wäre, steinig; man kann sie zerschlagen und als Straßen-Baustoff verwerten. Indessen meistens sind gute natürliche Pflastersteine billiger zu haben, namentlich wenn Basaltbrüche in der Nähe liegen. Man hat ferner versucht, Glas aus der Schlacke zu machen. Das geht aber nicht. Das Glas wird viel zu spröde, um brauchbar zu sein. Das kommt von dem Tonerdegehalt der Schlacke her, während gutes Glas, welches wir zu Trinkgläsern, Fensterscheiben usw. benutzen, keine Tonerde, sondern Natron enthält.

Am besten ist es schon, zur Verwertung der Schlacke den Schlackenstrom, der aus dem Hochofen austritt, sofort mit Wasser zu mischen. Dann zerspringt die Schlacke in kleine Splitterchen oder Kügelchen, und man bekommt die sogenannte gekörnte (granulierte) Schlacke. Man leitet einen Wasserstrom un-

mittelbar in den Schlackenstrom und sammelt Wasser und Schlacke in großen Behältern an, aus denen die Schlacke durch Baggerwerke herausgeholt und in Eisenbahnwagen verladen wird. Die gekörnte Schlacke ist recht geeignet, um Fußwege zu beschütten, Eisenbahndämme herzustellen, Schwellen zu unterstopfen und dergleichen mehr; aber die beste Verwendung findet sie nach ihrer Vermischung mit gelöschtem Kalk. Das Gemisch läßt sich zu Steinen formen, ähnlich unseren Ziegeln und kann zum Häuserbau benutzt werden. Wenn Sie nach Osnabrück oder nach Harzburg kommen, so finden Sie viele Häuser, die aus derartigen Steinen gebaut sind und schon Jahrzehnte stehen. Auf diese Weise, indem man Ziegel macht, kann man heutigentags wenigstens einen großen Teil der Schlacke verwerten und ist nicht mehr wie früher darauf angewiesen, die Schlacke auf Halben zu schütten und anzusammeln. Noch günstiger ist die Verwendung der Schlacke zu hydraulischem Mörtel oder Zement. Ein guter Zement besteht aus Kalk und Ton, Ton ist aber Tonerde und Kieselsäure; es sind also alle nötigen Bestandteile, aber freilich nicht im richtigen Mischungsverhältnisse in der Hochofenschlacke vorhanden; man muß vielmehr noch Kalk zusetzen, darf sich aber nicht mit der bloßen Mischung begnügen, sondern muß das Gemisch noch zerkleinern, sintern und zu feinem Pulver mahlen. Dann bekommt man einen Zement, der dem aus Gesteinen hergestellten Portland-Zement nichts nachgibt, ihn für manche Zwecke sogar übertrifft. Man nennt ihn zum Unterschiede Eisenportland-Zement.

Nun kommen wir zum letzten Kapitel unseres Hochofenbetriebes, nämlich zur Frage des Einflusses fremder Elemente in der Beschickung auf das Roheisen. Wenn in den Eisenerzen Manganoxyde vorhanden sind oder diese zugesetzt wurden, so können sie, grade wie die Eisenoxyde in Eisen, so in das Metall Mangan umgewandelt werden, und das mischt sich dem Eisen bei. Freilich, die Erfahrung lehrt, daß immer höchstens nur die Hälfte davon als Metall reduziert und in das Eisen übergeführt wird, die andere Hälfte in die Schlacke geht. Aber je mehr Manganerze man oben mit aufzut, oder je manganreicher die Eisenerze sind, um so reicher an Mangan ist das erzeugte Roheisen; auf diese Weise erzeugt man Weißstrahl, Spiegeleisen, Ferrumangan, Roheisenarten mit zunehmendem Manganhalte.

Wie steht es nun mit dem Silizium, dem Element der

Kiesel  
viel  
säure  
bestan  
zugib  
sich d  
das C  
grau

eisen  
so ist  
in da  
So v  
findet

welch  
nicht  
in di  
ist, te  
Teil.  
schwe  
fortza  
jezt i  
Zweck  
Misch  
gefütt  
dieser  
eisen  
Misch  
stehen  
sich r  
Ober  
zu se  
man  
fürch  
das  
besor

Kieselsäure? Dessen Überführung in das Roheisen hat man in viel höherem Grade in der Hand. Alle Eisenerze enthalten Kieselsäure als Quarz. Diese Kieselsäure bildet ja aber den Hauptbestandteil der Schlacke; indessen, wenn man nur so viel Kalk zugibt, daß dadurch nicht alle Kieselsäure gedeckt wird, reduziert sich die überschüssige Kieselsäure zu Silizium, und dieses geht in das Eisen über. Man kann auf diese Weise nach Belieben lichtgraues, graues, schwarzes Roheisen und Ferrosilizium erzeugen.

Wir kommen zum Phosphor. Während Mangan in Roheisen und Schlacke, Silizium in Schlacke und Roheisen übergeht, so ist es mit dem Phosphor ganz anders. Der geht insgesammt in das Roheisen, und da gibt es kein Mittel, dies zu verhindern. So viel Phosphor, wie oben mit dem Erze hineinkommt, so viel findet sich unten in dem Roheisen wieder; in die Schlacke geht nichts.

Mit dem Schwefel ist es etwas anders. Der Schwefel, welcher in dem Erze ist, wird zum Teil verflüchtigt, wenn er nicht schon durch das Rosten beseitigt war. Der Rest geht theils in die Schlacke, wenn genügend Mangan und Kalk vorhanden ist, theils in das Roheisen. Immerhin ist letzterer der größere Teil. Glücklicherweise gibt es ein sehr gutes Mittel, aus einem schwefelhaltigen Roheisen den Schwefelgehalt zum größten Theile fortzubringen, welches man erst seit wenigen Jahren kennt, aber jetzt in ausgedehntem Maße anwendet. Man mischt zu diesem Zwecke das schwefelhaltige Eisen in den vorhin erwähnten Mischern, aus Eisenblech hergestellten, mit feuerfestem Material gefütterten großen Gefäßen, welche meist kippbar sind und zu diesem Zwecke an zwei Zapfen hängen, eine Einfüllöffnung und eine Ausflußöffnung besitzen und gegenwärtig 100—300 t Roheisen fassen, mit manganreichem Roheisen. Wenn man diese Mischung der zwei geschmolzenen Eisenarten hinreichend lange stehen läßt, so wirkt der Mangangehalt in der Weise, daß er sich mit dem Schwefel verbindet und als Schwefelmangan an die Oberfläche steigt. Das unten abgestochene Eisen ist dann nahezu schwefelfrei. Das ist ein ungemein großer Fortschritt, und man braucht um den Schwefel, den man früher mit Recht sehr fürchtete wegen seiner schlechten Eigenschaften, die er ebenso auf das Gußeisen, wie auf das schmiedbare Eisen ausübte, nicht mehr besorgt zu sein.

## Sechste Vorlesung.

## Schmiedbares Eisen. Frischen.

Das Roheisen, dessen Erzeugung im Hochofen wir kennen gelernt hatten, ist, wie aus der fünften Vorlesung her bekannt, ein Eisen, welches verhältnismäßig viel Kohlenstoff besitzt und dabei einige, der Regel nach allerdings nur kleine Mengen anderer Elemente, wie Silizium, Mangan, Phosphor, Schwefel einschließt. Dieses Roheisen hat die schlechte Eigenschaft, spröde zu sein, und deshalb kann man es in der Technik verhältnismäßig nur wenig anwenden. Dagegen hat es die gute Eigenschaft, leicht schmelzbar zu sein, und deshalb kann man das Roheisen in verhältnismäßig kleinen Öfen, sogenannten Ruppelöfen, schmelzen, in Pfannen auffammeln und in Formen gießen. Man erhält dann in dem erstarrten Stück Eisen sogleich ein Eisen von der gewünschten Gebrauchsform. Diese gute Eigenschaft nutzt man denn auch tatsächlich auf dem Felde der Eisengießerei aus und erhält, wenn man graues Roheisen anwendet, Gußstücke, die man besonders im Maschinenbau verwerten kann, weil sie sich leicht drehen, bohren, hobeln und anderweitig bearbeiten lassen; oder erhält auch ganz fertige Stücke, deren Form gar nicht mehr geändert zu werden braucht, wie Töpfe, Pfannen, Öfen, Säulen u. dgl. m. Aber alle diese Gegenstände haben eine verhältnismäßig geringe Zugfestigkeit. Für die allermeisten eisernen Teile im Bauwesen, sowohl im Brücken- und Eisenbahnbau, als im Tief- und Hochbau, braucht man dagegen ein Eisen von viel größerer Festigkeit. Man pflegt die Festigkeit so auszudrücken, daß man sich einen Stab von 1 qmm Querschnitt denkt und die Gewichte, in Kilogrammen ausgedrückt, bestimmt, die daran gehangen werden müssen, um den Stab zu zerreißen. Das nennt man seine Zerreißfestigkeit. Diese ist nun bei Roheisen ungemein gering, etwa nur 12 kg.

Darum verwendet man das Roheisen in der Form von Gußwaren auch nur, wenn es entweder nicht auf große Festigkeit ankommt, oder wenn der eiserne Teil auf Druck in Anspruch genommen wird. Von allem erzeugten Roheisen auf der Erde vergießt man zu Gußwaren etwa nur 12%, und dieses Verhältnis nimmt noch von Jahr zu Jahr ab. Man benützt vielmehr

die ü  
Haupt  
Sie fi

chemi  
stoffg  
unter  
von c  
phor,  
Festig  
aber  
Quer  
Haupt  
kann  
die v  
Das  
Festig  
brau  
ja fü  
jeden  
here  
Zust

aus f  
ofen,  
werd  
bares  
um f  
hindi  
dem  
Waff  
und  
urast  
nur  
bares

taufe  
erfur  
sie is  
verfe

die überwiegende Menge von Roheisen, um daraus die zweite Hauptgattung, schmiedbares Eisen, herzustellen. Erinnern Sie sich dabei der Einteilung des Eisens aus der vierten Vorlesung.

Das schmiedbare Eisen unterscheidet sich von dem Roheisen chemisch hauptsächlich dadurch, daß es einen viel geringeren Kohlenstoffgehalt besitzt, jedenfalls weniger als 2,3%, der Regel nach unter 1,5%, aber auch dadurch, daß es nur ganz geringe Mengen von allen jenen fremden Elementen: Silizium, Mangan, Phosphor, Schwefel, enthält. Es ist infolgedessen von viel größerer Festigkeit als das Roheisen, trägt mindestens etwa 28 kg, leicht aber auch 50 kg, manchmal sogar weit über 100 kg auf 1 qmm Querschnitt. Mit solchem Eisen kann man daher Brücken und Häuser bauen, man kann es zu Eisenbahnschienen verwenden, man kann Achsen und Räder der Eisenbahnwagen daraus machen, kurz, die vielen Gegenstände, welche eine hohe Festigkeit haben müssen. Das schmiedbare Eisen kann sogar in einzelnen Arten die höchsten Festigkeitsziffern unter allen Stoffen, die man in der Technik braucht, aufweisen. Für die meisten technischen Anwendungen, ja für die gewöhnlichsten Sachen, für jeden Nagel, jede Schere, jeden Bohrer, kurz fast für jedes Werkzeug braucht man eine höhere Festigkeit, als sie uns das Roheisen, auch im umgeschmolzenen Zustande als Gußeisen, gewähren würde.

Heutigentags stellt man das schmiedbare Eisen lediglich aus dem Roheisen dar. Man kann also den Vorgang im Hochofen, den wir früher kennen gelernt haben, nicht entbehren. Sie werden fragen: Warum machen wir denn nicht sogleich schmiedbares Eisen aus den Eisenerzen? Und Sie sind zu dieser Frage um so mehr berechtigt, wenn ich Ihnen sage, daß man Jahrtausende hindurch keine andere Methode kannte. Sobald der Mensch aus dem alleinigen Gebrauch des Steines für seine Werkzeuge und Waffen herausgekommen war, da hatte er auch schon die Herstellung und den Gebrauch des Eisens kennen gelernt. Aber von jener uralten Zeit an bis zum Ende des 15. Jahrhunderts hat man nur die Kennarbeit benutzt, d. h. die Darstellung des schmiedbaren Eisens unmittelbar aus den Eisenerzen.

Dieser Kennarbeit haben sich also unsere Vorfahren Jahrtausende hindurch bedient, und selbst nachdem der Hochofenprozeß erfunden war, hat sie noch lange eine bedeutende Rolle gespielt; sie ist eigentlich erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts verschwunden.

Die Antwort auf die Frage, woher das kommt, und warum wir es heute nicht mehr ebenso machen, wie unsere Vorfahren, ist sehr einfach. Eine große Menge von Umständen, die heutigentags nicht mehr zutreffen, gehörte dazu, die Rennarbeit brauchbar erscheinen zu lassen.

Früher war das Eisen ein verhältnismäßig wertvolles und begehrtes Metall. Man stellte es in kleinen Mengen dar. Da hatte man noch keine Dampfmaschinen, Eisenbahnen, Dampfschiffe. Heutigentags ist das anders. Mit dieser alten Methode kann man immer nur kleine Klümpchen von Eisen herstellen, das würde für unseren heutigen Bedarf nicht ausreichen. Der zweite Grund ist der, daß bei dieser Rennarbeit die Hälfte des Eisens geopfert werden muß, um daraus eine Schlacke zu machen. Heute können wir so verschwenderisch nicht sein, wir müssen vielmehr so sparsam sein wie möglich. Bei dem Hochofenprozeß, den wir kennen gelernt hatten, erhält man alles Eisen aus den Erzen und die Schlacke ist eisenfrei; der Hochofenprozeß ist, wie sich der Bergmann ausdrücken würde, eine der vollkommensten Aufbereitungsarbeiten zur Trennung des Eisens von den Bergarten. Der dritte Unterschied ist der, daß man die Rennarbeit nur mit Holzkohle betreiben kann. Heutigentags würden für unsere Eisenerzeugung alle Wälder der Erde nicht ausreichen. Steinkohle ist und bleibt unsere Grundlage und auch deshalb können wir die Rennarbeit nicht beibehalten oder wieder aufnehmen. Endlich erfordert die Rennarbeit sehr sorgfältiges Aufpassen und ungemein geschickte Arbeiter, welche ihre Geschicklichkeit von Geschlecht zu Geschlecht vererben. Auch daran würde unsere heutige Massenproduktion scheitern. Aus diesen Gründen hat die Rennarbeit dem mittelbaren Verfahren Platz machen müssen, bei dem zuerst Roheisen und aus diesem schmiedbares Eisen dargestellt wird, und auch alle Versuche, die Rennarbeit in verbesserter Form wieder aufzunehmen, sind verfehlt und aussichtslos.

Um nun aus Roheisen schmiedbares Eisen herzustellen, dazu müssen wir den Überschuß des Kohlenstoffes fortschaffen, und dazu müssen wir Mangan, Silizium, Phosphor, Schwefel entfernen. Um diesen Zweck zu erreichen, haben wir nur einen chemischen Vorgang, das ist der einer Oxydation. Wie ich Ihnen in der zweiten Vorlesung sagte, besteht Oxydation in der Verbindung eines Elements mit Sauerstoff. Die Elemente, welche oxydiert werden sollen, sind Kohlenstoff, Mangan, Silizium, Phosphor,

Schwe  
kleiner  
Oxyda  
das m  
Frisch  
Linie  
man c  
nach  
arbei

Eisen  
den fe  
man d  
nicht h  
auf so  
zeitig  
gelingt  
erhalte  
d. h. i  
G  
schmelz  
auch a  
schmolz  
Einem  
zugefekt  
Y  
nur di  
wertet

E  
eisen a  
Z  
wendet  
zu mac  
W  
ofens,  
drei Ho  
ofen ge  
in dem

Schwefel, was nicht tunlich ist, ohne daß auch ein, wenn auch kleiner Teil des Eisens mitoxydiert wird. Den Sauerstoff zur Oxydation haben wir ja in der Luft ausreichend. Kein Wunder, das man daher, um die Oxydationsarbeiten, welche man technisch Frischarbeiten oder Frühen nennt, auszuführen, sich in erster Linie des Sauerstoffs aus der Luft bedient. Nur zuweilen nimmt man auch den Sauerstoff von Eisenoxydzeren zu Hilfe und danach unterscheidet man: Luftfrischarbeiten und Erzfrischarbeiten.

Man kann mit den Frischarbeiten sofort ein schmiedbares Eisen von gewünschtem Kohlenstoff erhalten, wenn das Roheisen den festen Aggregatzustand beibehalten darf, aber dann bekommt man die anderen Elemente, Mangan, Silizium und Phosphor, nicht heraus; oder man kann das Roheisen schmelzen und darauf so lange, bis die gewünschten Mengen Kohlenstoff und gleichzeitig auch die fremden Elemente entfernt sind, oxydieren. Das gelingt schon bei verhältnismäßig geringer Temperatur und das erhaltene schmiedbare Eisen verbleibt dann im teigigen Zustande, d. h. ist dann Schweiß Eisen.

Endlich kann man das Roheisen bei so hoher Temperatur schmelzen und oxydieren, daß alle fremden Elemente, freilich aber auch aller Kohlenstoff oxydiert werden, und daß dann ein geschmolzenes schmiedbares Eisen, d. h. Flußeisen, erhalten wird. Einem solchen ganz entkohlten Eisen muß von neuem Kohlenstoff zugelegt werden.

Wir wollen unter den zahlreichen Frischarbeiten, die es gibt, nur diejenigen herausnehmen, welche häufig in der Praxis verwendet werden.

#### Buddeln.

Zunächst sehen wir uns ein Luftfrischverfahren auf Schweiß Eisen an:

Der Prozeß, der heutigentags noch am häufigsten angewendet wird, um aus dem Roheisen durch Luftfrühen Schweiß Eisen zu machen, ist der Buddelprozeß.

Man bedient sich zum Buddeln eines sogenannten Flammofens, wie ihn Fig. 7 skizziert. Ein jeder Flammofen besteht aus drei Hauptteilen; der erste ist die Feuerung, welche beim Buddelofen gewöhnlich einfach ein kastenartig aufgemauerter Raum *l* ist, in dem ein horizontaler Rost *f* liegt. Es wird dort Steinkohle

verbrannt, deren Asche aus dem Aschenfall *h* herausgezogen wird, während die Flamme, welche die nötige Wärme zur Ausführung des Prozesses liefert, über die Feuerbrücke *k* auf den Herd *a* schlägt. Das ist ein flacher, muldenförmiger, eiertig gestalteter Raum, der auf eisernen Platten ruht und aus schwer schmelzbaren Schlacken gebildet ist. Die Flamme geht auf der entgegengesetzten Seite des Herdes durch einen Kanal, den Fuchs *o*, zur Esse, gewöhnlich nachdem sie noch einen Dampfkessel geheizt hat.

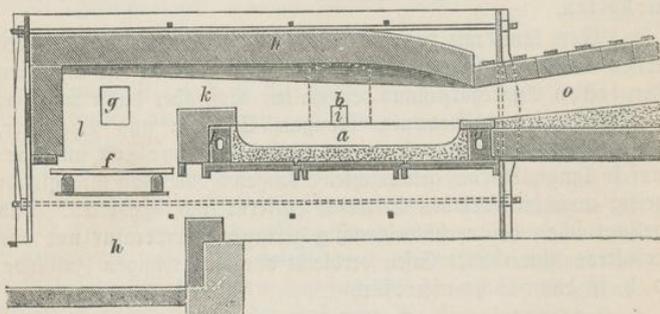


Fig. 7.

Feuerung, Herd und Fuchs sind mit einfachen Tonnengewölben überdeckt. Zugänglich ist die Feuerung durch ein Schürloch *g* und der Herd durch eine aufziehbare Tür *b*, welche nur beim Einsetzen des Roheisens und Herausnehmen des fertigen Eisens geöffnet wird, während bei der Arbeit des Puddelns nur die kleine Tür *i* benutzt wird. Die große Tür hängt an einem Hebel mit einem Gegengewicht und läßt sich daher sehr leicht von dem Puddler öffnen, fällt auch, da sie ein wenig Übergewicht hat, selbsttätig wieder zu. Die kleine Tür ist, wenn nicht gearbeitet wird, mit einem Blech zugesezt, hinter welcher ein Stück Kohle liegt, damit nicht kalte Luft in den Ofen eindringe.

Die (nicht mit gezeichnete) Esse saugt die Verbrennungsluft durch die Feuerung und die Oxydationsluft durch die Tür an.

Der Puddelprozeß wird folgendermaßen ausgeführt:

Das Roheisen wird in Form von zer Schlagenen Massen eingesetzt. Man schiebt die handlichen Stücke auf einer eisernen Schaufel in den Ofen hinein und stellt je zwei Stücke schildehausartig gegeneinander. Ist der ganze Einsatz (gewöhnlich 220 kg) eingebracht, so schließt der Puddler die große Tür, ver-

schmi  
dem  
feuer  
übt  
verbi  
einer  
eisen  
Setzt  
von  
Hak  
Zweck  
dem  
einw  
Eisen  
die e  
die F  
vor,  
lang  
dann  
bis z  
Kinn  
neber  
Eisen  
Fing  
das  
dem  
ler,  
wied

hera  
Wass  
gerei  
wied  
nicht  
stark  
vonst  
mäch  
dann  
Elen  
mit

schmiert die Fugen mit Lehm und setzt die kleine Thür davor, nachdem ein Stück Kohle dahintergelegt war. Nun wird tüchtig gefeuert, so daß das Roheisen bald schmilzt. Schon beim Schmelzen übt der Sauerstoff der Luft einen Einfluß aus und oxydiert; er verbindet sich mit Silizium und Mangan und diese fließen zu einer Schlacke zusammen. Nach einer gewissen Zeit ist das Roheisen niedergeschmolzen und von einer Schlackenschicht bedeckt. Jetzt öffnet der Arbeiter die kleine Thür, fährt mit einer Stange von 2 bis 3 m Länge, welche vorn hakenförmig gekrümmt ist und Haken oder Krake heißt, in den Ofen hinein. Was ist der Zweck seiner Arbeit? Jetzt befindet sich eine Schlackendecke auf dem Eisen, der Sauerstoff der Luft kann also auf das Eisen nicht einwirken. Man muß aber doch den Sauerstoff der Luft zum Eisen führen. Der Puddler setzt zu diesem Zweck seine Krake, die er in den Ofen geschoben hat, an die hinterste Ecke, wo sich die Feuerbrücke an die Rückwand anlehnt, stellt den linken Fuß vor, den rechten zurück und zieht die Krake auf dem Boden entlang nach vorn, stößt sie wieder zurück bis zur Hinterwand, zieht dann etwas seitwärts und durchfurcht allmählich das ganze Bad bis zur Fuchsbrücke und wieder zurück. Er macht also zahlreiche Rinnen. Aber, während z. B. beim Pflügen des Ackers die Erde neben der Furche liegen bleibt, schlagen hier hinter der Krake Eisen und Schlacke zusammen, gerade so, als wenn Sie mit dem Finger durch das Wasser in einem Waschbecken fahren, dann schlägt das Wasser auch hinter dem Finger wieder zusammen; aber aus dem Wasser steigen Luftbläschen auf. Ebenso macht es der Puddler, er rührt die Luft in das Eisen ein. Diese steigt aber nicht wieder auf, sondern bewirkt Oxydation.

Die Krake wird beim Puddeln heiß und muß nach einiger Zeit herausgenommen werden. Sie wird in ein Gefäß mit kaltem Wasser gesteckt, auf dem Boden gerade geklopft und von Schlacke gereinigt. Der Puddler hat inzwischen eine andere kalte Stange wieder in den Ofen gebracht; so geht die Arbeit, die übrigens nicht nur Kräfte in Anspruch nimmt, sondern auch durch die starke Hitze äußerst lästig ist, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, vonstatten. Sauerstoff wird in das Eisenbad eingerührt, dieser bemächtigt sich zuerst der fremden Elemente: des Siliziums, Mangans, dann auch des Phosphors, zuletzt des Kohlenstoffs. Fene ersten Elemente gehen in die Schlacke. Der Kohlenstoff dagegen bildet mit dem Sauerstoff der Luft ein Gas, Kohlenoxyd, und das ent-

weicht anfangs sehr heftig; daher schäumt das Bad auf, das Eisen steigt und der Puddler läßt die jetzt phosphorhaltige Schlacke aus der Arbeitstür vor seine Füße abfließen. Das Eisen wird dann von Minute zu Minute kohlenstoffärmer. Endlich fühlt der Puddler einen gewissen Widerstand, es hört sich so an, als ob man durch hartgefrorenen Schnee fährt. Das Eisen nämlich, welches kohlenstoffärmer, dessen Schmelzpunkt daher höher geworden ist, fängt an, fest zu werden und zu kristallisieren.

Wenn man arbeitend vor dem Ofen steht und die Schlacke beiseite schiebt, dann sieht man auf der Oberfläche des blanken Eisenbades die Kristallchen anschießen, wie die Eisnadeln auf den Pfützen bei beginnendem Froste. Bei dem Durchziehen der Kraxe sinken die Kristallchen zu Boden, sammeln sich und erschweren das Durchziehen der Kraxe, welche nun durch eine spitze Brechstange (den Spitz) ersetzt wird. Endlich ist das Eisen ganz und gar auskristallisiert, d. h. hinreichend seines Kohlenstoffes beraubt. Jetzt bleiben, wie beim Pflug, der den Acker durchzieht; die Kristallchen auf beiden Seiten in Reihen stehen und wachsen aus dem Schlackenbade heraus.

Für diesen Zustand hat der Puddler eine eigentümliche, aber zutreffende Bezeichnung gewählt, er nennt ihn die „Blumenkohlerperiode“, wegen der Ähnlichkeit mit einem mit Tunke übergossenen Blumenkohlergericht. Diese Kristallchen sind noch ungleichmäßig gekohlt und daher kommt jetzt die allerschwerste Arbeit, die viel Kräfte und viel Aufmerksamkeit beansprucht: das Umsetzen. Man bringt die Kristalle von einer Seite des Ofens auf die andere, von der Fuchsbrücke nach der Feuerbrücke und umgekehrt; aber lange darf man damit nicht zögern, sonst wirkt die Luft zu stark oxydierend; deshalb beeilt sich der Arbeiter, das Eisen zu einzelnen Kugeln zusammenzuballen. Luppen nennt man diese Klumpen. Gewöhnlich macht er in einem Puddelofen 3—4 solcher Luppen. Er rollt dieselben tüchtig im Ofen umher, drückt sie gut zusammen, setzt die kleine Tür wieder vor und heizt noch einmal recht tüchtig. Das Eisen schmilzt nicht mehr, wohl aber die darin eingemengte Schlacke, welche ausfließt. Nun wird dem Hammer-schmied ein Reichen gegeben. Derselbe sendet einen Arbeiter mit einem kleinen, aus Bandeisen geflochtenen zweirädrigen Wagen. Die große Tür wird aufgezogen, eine Luppe vermittels einer Zange herausgezogen und auf dem Wagen zum Dampfhammer gebracht. Man hämmert sie zu einem vierkantigen Stück, welches

in der  
fährt  
wird  
mit H

ständig  
Ich r  
Proze  
Aber  
in Sc

Teil  
man  
einem  
nur C  
hatte  
von E  
gewer  
zeitig

Eisen  
Da t  
welch  
auf d  
sagte  
auch  
von  
danke  
nialit  
man  
einen  
gefäß

auch  
guter  
wort  
Die s

in derselben Hitze zu einem Flachstab ausgewalzt wird. So verfährt man, bis alle Luppen aus dem Ofen sind. Der Ofenboden wird nachgesehen, nötigenfalls ausgebessert und dann von neuem mit Roheisen besetzt.

Der Prozeß wird noch heutigentags in einem freilich beständig abnehmenden, aber noch ziemlich großen Maßstabe ausgeübt. Ich will nur kurz bemerken, daß man vorher einen ähnlichen Prozeß mit Holzkohle ausführte, das sogenannte Herdfrischen. Aber dieser Prozeß ist fast verschwunden, hauptsächlich nur noch in Schweden in Ausübung.

Durch das Einrühren der Luft werden außer dem erwünschten Teil des Kohlenstoffes alle fremden Bestandteile fortgeschafft, und man bekommt ein Eisen, frei von jenen Bestandteilen und mit einem entsprechend geringeren Kohlenstoffgehalte, der gewöhnlich nur 0,1% beträgt, also ein weiches Schmiedeeisen. In Westfalen hatte man indessen zuerst diesen Prozeß auch auf die Herstellung von Stahl, d. h. härteres Eisen mit 0,8—1,2% Kohlenstoff angewendet, indem man die Temperatur richtig leitete und rechtzeitig zu puddeln aufhörte.

#### Bessern.

Man hatte bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts kein anderes Eisen in schmiedbarem Zustande hergestellt als Schweizeisen. Da trat in England ein Mann auf, Bessmer mit Namen, welcher auf einmal, ich möchte sagen, das ganze Eisenhüttenwesen auf den Kopf stellte durch eine ungemein wichtige Erfindung. Er sagte sich nämlich, daß das Einführen der Luft in das Roheisen auch so geschehen könnte, daß sie in das geschmolzene Roheisen von unten geblasen würde. Es möchte wohl leicht sein, den Gedanken zu fassen, aber ihn auszuführen? Dazu gehörte die Genialität dieses Mannes, der wohl als der bedeutendste Eisenhüttenmann des 19. Jahrhunderts bezeichnet werden kann. Er baute einen Apparat zu diesem Zwecke, welcher noch heutigentags in ungefährr derselben Form benutzt wird.

Es ist ein Gefäß, welches die Gestalt einer Birne hat, daher auch Birne (Bessmer-Birne) genannt wird. Das ist ein sehr guter deutscher Ausdruck, und man braucht sich nicht des Fremdwortes Converter zu bedienen, welches auch sprachlich falsch ist. Die Bessmer-Birne (Fig. 8) ist aus Eisenblech hergestellt. Sie ist

oben mit einem schräg geneigten Halse versehen und an zwei Zapfen, in Lagern drehbar, aufgehängt, so daß man sie durch eine Zahnstange (*a*), die in ein Zahnrad greift, beliebig um die Achse drehen kann. Dem Innern dieses Gefäßes, in welches, wenn es gekippt ist, bequem das flüssige Roheisen gegossen werden

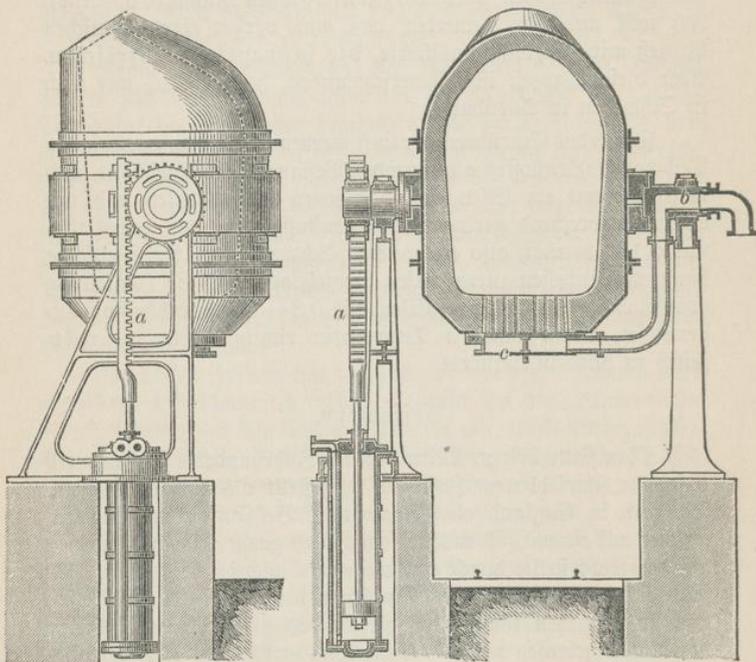


Fig. 8 a.

Fig. 8 b.

kann, wird von unten aus Wind zugeführt, d. h. also, wie ich schon beim Hochofenprozeß erklärte, eine stark zusammengepreßte Gebläseluft, nur mit dem Unterschiede, daß der Wind zwar stärker zusammengepreßt, aber kalt benutzt wird. Um den Windstrom auch beim Kippen der Birne einblasen zu können und zu verhüten, daß das flüssige Eisen durch den Boden fließt, ist die Achse hohl gemacht. Der durch diese Achse (*b*) eingeführte Wind geht abwärts in einen hohlen Raum, den Windkasten (*c*)

unter  
der B  
von d  
find e  
zu G  
ist m  
Stoff  
abneh  
kasten  
den S  
entfer

gefäß  
Rohe  
richte  
unten  
Es g  
nur  
(15—  
eisen)  
findet  
ersten  
und  
Wär  
kohle  
um r  
auch,  
reicht  
im fl  
eiser  
eine  
hinei

welch  
und  
dung  
Luft  
zum  
Balk  
und

unter dem Boden der Birne. Der Windkasten ist mit dem Innern der Birne durch eine große Zahl von kleinen Röhren verbunden, von denen der Regel nach 50 bis 150 vorhanden sind. Dieselben sind entweder einzeln in Kreisen angeordnet (Nadelboden) oder zu Gruppen vereinigt (Fernenboden). Das Innere der Birne ist mit feuerfestem Stoffe ausgefüttert und aus dem gleichen Stoffe ist der Boden hergestellt. Aber der Boden läßt sich leicht abnehmen (Losboden), indem man ihn entweder mit dem Windkasten gemeinschaftlich loslöst (Abnehm Boden) oder ihn durch den Windkasten durchzieht, nachdem man dessen Verschlußplatte entfernt hat (Durchziehboden).

Denken Sie sich, es sei die Birne umgekippt, so daß sie ungefähr horizontal auf dem Rücken liegt. Nun wird geschmolzenes Roheisen eingelassen, es füllt den Bauch der Birne aus. Man richtet die Birne auf und in demselben Augenblick dringt von unten der Wind in zahlreichen Strahlen in das flüssige Eisen. Es geht genau derselbe Vorgang vonstatten wie im Puddelofen, nur ohne Mühe eines Arbeiters und in ungemein kurzer Zeit (15—20 Minuten, bei einem Einsaße von etwa 10—15 t Roheisen). Noch ein anderer Vorteil ergibt sich, den wohl der Erfinder dieses Prozesses selbst kaum ahnte, als er seinen Prozeß zum erstenmal ausführte. Durch die Oxydation von Silizium, Mangan und Phosphor, Kohlenstoff usw. wird eine solche Menge von Wärme hervorgerufen, daß man nicht, wie beim Puddeln, Steinkohle zu verbrennen braucht, sondern daß die Wärme ausreicht, um nicht nur den ganzen chemischen Prozeß auszuführen, sondern auch, um das Kristallisieren des Eisens zu vermeiden, d. h. sie reicht aus, das schmiedbare Eisen, trotz seines hohen Schmelzpunktes, im flüssigen Zustande zu erhalten, mit anderen Worten Flußeisen zu erzeugen. Man braucht jetzt nur die Birne umzukippen, eine Pfanne unterzuhalten und das flüssige, schmiedbare Eisen dahinein auszugießen.

Bei dem Vorgange gibt es eine ganze Menge Erscheinungen, welche zu beobachten sind. Wenn das flüssige Roheisen eingefüllt und die Birne aufgerichtet ist, so sieht man oben aus der Mündung einen leuchtenden Gasstrom austreten. Der Sauerstoff der Luft wird im Bade zwar aufgebraucht zur Oxydation von Silizium, Mangan usw., aber oben tritt der Stickstoff der Luft aus. Bald kommt der Kohlenstoff an die Reihe, der gibt Kohlenoxyd, und dieses entwickelt sich in großen Mengen und so heftig, daß

wei  
rch  
die  
jes,  
ben



ich  
erste  
war  
ind-  
zu  
die  
hrte  
(c)

Auswürfe von Eisen und Schlacke erfolgen. Das ist eine der schönsten Erscheinungen, welche man sich nur denken kann. Aber derjenige, der den Vorgang leitet, muß genau achtgeben; er muß den Wind abschwächen, wenn die Auswürfe zu stark werden, oder verstärken, wenn sie ganz aufhören.

Allmählich wird die Flamme immer heller, immer leuchtender. Auf einmal zieht sie sich plötzlich scheinbar zurück in das Gefäß. Das ist der Zeitpunkt, zu dem aller Kohlenstoff verbrannt ist. Nun entweicht natürlich wieder ein nicht mehr brennbarer, daher nur erleuchteter, nicht selbst leuchtender Gasstrom, und dieser Augenblick läßt sich ungemein leicht wahrnehmen. Man kann das gleiche noch genauer durch optische Apparate beobachten, welche man Spektroskope nennt.

Bessemer hatte anfangs eine sehr große Enttäuschung. Die meisten Erfinder beurteilen das, was sie erfunden haben, nur von der guten Seite und denken mit solchem neuen Prozeß nun alles zu machen. Bessemer glaubte sicher, er könne mit seinem Verfahren jedes beliebige Roheisen in schmiedbares Eisen umwandeln, und zwar in ein solches von bestimmtem Kohlenstoffgehalte. In beiden Beziehungen täuschte er sich. Man kann bei der kurzen Dauer des Vorgangs denselben nicht so unterbrechen, daß ein ganz bestimmter Kohlenstoffgehalt im Eisen verbleibt, sondern man muß stets so lange blasen, bis aller Kohlenstoff aus dem Eisen heraus ist. Glücklicherweise fand sich bald eine Methode, um diesem Uebelstande abzuhelpen, die Kohlunsmethode, die wir in der nächsten Vorlesung kennen lernen werden. Hier sei nur gesagt, daß das Endprodukt immer so beschaffen ist, daß erstens gar kein Kohlenstoff mehr darin ist, und daß zweitens dasselbe eine wenn auch kleine Menge Sauerstoff aufgenommen hat. Ein solches Eisen ist nicht zu gebrauchen, aber man kann es durch einen Vorgang, welchen man Kohlung und Desoxydation nennt, wieder in brauchbares Eisen zurückführen.

Die zweite Enttäuschung war, daß man den Phosphor aus phosphorhaltigem Roheisen nicht fortschaffen konnte: das lag an der Art des Futters der Birne, welches Bessemer aus Quarz (Sand, Ganiister genannt) hergestellt hatte. Trotzdem ist mit dieser Erfindung ein ungeheurer Fortschritt angebahnt worden. Man konnte jetzt Flußeisen in großen Mengen machen, d. h. man konnte geschmolzenes, schmiedbares Eisen erzeugen und dieses nun auch gießen.

Es dauerte lange Zeit, in der man für diesen Prozeß nur phosphorfreies Roheisen verwenden konnte. Nun gibt es nicht sehr viel phosphorfreie Erze auf der Erde. Nordamerika ist zwar am Oberen See reich daran, in England finden sich solche in Cumberland, in Spanien in Biscaya, aber in Deutschland kommen phosphorfreie Erze nur ausnahmsweise vor. Wir waren hier sehr übel daran und mußten das meiste Roheisen für den Bessemer-Prozeß aus England kaufen.

Da wurde zu unserem Glück etwa zwanzig Jahre später, eine neue Erfindung gemacht. Der Erfinder war ein Engländer mit Namen Thomas. Kaum hat je ein anderer Erfinder uns in Deutschland so viel genutzt und seinem Vaterlande so sehr geschadet, wie dieser geistvolle Mann, den in noch jungen Jahren der Tod ereilte. Er wandte statt des Futters aus Quarz oder Sand, also aus Kieselsäure, ein Futter aus gebranntem Dolomit an. Dolomit ist ein Gestein aus Kalk, Magnesia und Kohlen-säure, gewissermaßen ein Magnesia enthaltender Kalkstein. Wenn man das Gestein brennt, geht ebenso die Kohlen-säure fort, wie wenn man Kalkstein brennt. Es bleibt ein Pulver zurück, welches aus den beiden Erden Kalk und Magnesia besteht. Das ist an sich locker, aber wenn man es mit wasserfreiem Teer mischt, so gibt das eine plastische Masse, mit der man die Birne gut aus-füttern kann.

Man nennt das ein basisches Futter, das andere ein saures. Erhitzt man nun die Birne, so werden die Gase aus dem Teer ausgetrieben, und es bleibt ein die Erden verbindender kohlen-artiger Stoff zurück. Dieses Futter verhindert nicht, wie das saure, die Oxydation des Phosphors und daher dessen Abscheidung in der Schlacke. Aber man muß den oxydierten Phosphor, die Phosphor-säure, an einen anderen Stoff binden, und deshalb gibt man, bevor man das flüssige Roheisen einfließen läßt, gebrannten Kalk in die Birne. Damit ist nun das Hilfsmittel zur Entphosphorung gegeben. Im übrigen verläuft der basische Prozeß ganz so, wie der saure, bis zur gänzlichen Entfernung des Kohlenstoffs, d. h. bis zum Zurückgehen der Flamme. Dann aber hört man noch nicht auf zu blasen; man nennt die folgende Zeit das Nachblasen. Der Phosphor verschluckt sich nämlich erst, nachdem aller Kohlen-stoff aus dem Eisen heraus ist.

Die Schlacke, die man dadurch bildet, besitzt einen sehr hohen Wert. Hat man sich daher überzeugt, daß die Entphosphorung

des Eisens vollendet ist — und das geschieht durch das Beobachten des Bruchs von aus der Birne geschöpften Proben —, so gießt man die Schlacke durch Rippen der Birne vorsichtig in ein besonderes Gefäß ab, läßt sie erstarren, fährt sie in Mühlen und mahlt sie zum allerfeinsten Staube. Diesen nennt man dann Thomas-Mehl; es ist ein vorzügliches Düngemittel. Man kann heutigentags nicht genug solchen Thomas-Mehls gewinnen, um den Anforderungen der Landwirtschaft daran zu genügen. Das Eisen, welches jetzt als kohlenstoffreies und etwas sauerstoffhaltiges Produkt in beiden Fällen sowohl beim sauren nach der Entkohlung, als beim basischen nach der Entphosphorung zurückbleibt, bedarf, ehe es ausgegossen wird, der weiteren Behandlung, die uns die folgende Vorlesung lehren wird.

Die geschilderten Arten des Bessemer-Prozesses einschließlich des im folgenden Abschnitte beschriebenen Martin-Verfahrens sind heute diejenigen Erzeugungsmethoden für schmiedbares Eisen aus Roheisen, welche die gesamte Eisenindustrie beherrschen.

#### Schmiedbarer Guß.

Auch die Herstellung des schmiedbaren Gusses ist ein Frischprozeß, nur verläuft er insofern anders wie die vorher geschilderten Verfahren, als das Roheisen, welches entkohlt werden soll, ebenso wie das Produkt selbst, welches dargestellt wird, fest bleibt. Es wird folgendermaßen verfahren:

Man stellt, wie gewöhnlich, Gußeisen aus Roheisen in Sandformen her, nur mit dem Unterschiede, daß das Roheisen sorgfältiger ausgesucht sein muß, denn es darf nur sehr wenig von fremden Elementen außer Kohlenstoff enthalten und muß außerdem nach dem Guß im Bruch weiß erscheinen. Man kann nur einfache Formen benutzen und z. B. Teile für landwirtschaftliche Maschinen, Nähmaschinen, Beschläge, Haken usw. herstellen. Man gießt halbiertes Roheisen in ziemlich naß gehaltenen Sand, so daß die gegossenen Gegenstände abgeschreckt und im Bruch weiß erscheinen. Sind sie erkaltet, so packt man sie, und zwar immer nur Gußstücke von gleicher Dicke, in würfelförmige oder zylindrische Kästen aus Eisen zwischen feinkörnigen Roteisenstein, der, wie Sie wissen, aus Eisenoxyd besteht. Man streut ihn auf dem Boden des eisernen Gefäßes, zwischen jede Lage von Gußwaren und bildet eine Decke daraus. Dann schließt man den Kasten mit einem

eisern  
Gas  
gewö  
Ofen  
(am  
einer  
läßt  
mene  
ist so  
feine  
ihn  
schm  
Erze  
schiel  
artig  
wo, r  
in G  
uns  
scheid  
zieml  
daß  
Der  
breit  
weni  
werk  
man  
was  
übrig  
jeden  
will  
Preis  
Dari  
Vorr  
wickl  
gege  
aus

eisernen Deckel, aber nicht ganz fest, damit das sich entwickelnde Gas (Kohlenoxyd) entweichen kann, stellt mehrere solcher Kästen, gewöhnlich acht, neun oder zwölf, in einen einfach überwölbten Ofenraum und heizt diesen von außen her ganz allmählich an (am besten ist es, ihn 24—30 Stunden zu beheizen), hält ihn in einer Temperatur von etwa Kupferschmelzhitze mehrere Tage und läßt ihn wieder ganz langsam abkühlen. Die dann herausgenommenen Gußwaren haben ihre Sprödigkeit verloren, das Gußeisen ist schmiedbar geworden; ganz erklärlich, denn das Eisenoxyd hat seinen Sauerstoff an einen Teil des Kohlenstoffs abgegeben und ihn in Kohlenoxyd umgewandelt. Das Produkt nennt man schmiedbaren Guß. Es ist interessant zu verfolgen, wie sich die Erzeugung des schmiedbaren Gusses in verschiedenen Ländern verschiedentlich entwickelt hat: Nirgends findet man so viele und großartige Fabriken dafür, als in den Vereinigten Staaten von Amerika, wo, namentlich um Philadelphia herum, zahlreiche Anlagen liegen; in England ist die Entwicklung auch ziemlich stark gewesen, bei uns dagegen geringer, wenngleich sich auch in Hagen und Remscheid in Westfalen, Suhl in Thüringen, selbst in Berlin eine ziemliche Menge solcher Anlagen vorfinden. Das kommt daher, daß man sich bei uns gewöhnt hat, alle Wünsche befolgt zu sehen. Der eine bestellt ein Stück, das soll so und so lang, so und so breit sein, nachher kommt ein anderer, der will es wieder ein wenig breiter, aber länger haben; dazu bedarf man des Handwerksbetriebes. So etwas kennt man in Amerika nicht. Da geht man in ein Lager, dort wird gesagt: „Bitte, wählen Sie, aber was nicht da ist, fertigen wir auch nicht an!“ Ähnlich geht es übrigens auch mit den Maschinen. In Amerika kennt man in jedem Zweige nur wenige Typen von Maschinen, bei uns dagegen will jeder eine besondere Bauart haben. Daher können dort die Preise billiger und kann die Ausführung genauer sein als hier. Darin liegt weder für das eine noch für das andere Volk ein Vorwurf, sondern es ist die natürliche Folge des Ganges der Entwicklung. In Amerika hat sich von vornherein der Fabrikbetrieb gegenüber dem Handwerk entwickelt, bei uns ist der Fabrikbetrieb aus dem Handwerk entstanden.

## Siebente Vorlesung.

### Kohlungs-, Desoxydations- und Verbesserungsarbeiten.

#### 1. Kohlungs- und Desoxydationsarbeiten.

In der letzten Vorlesung hatten wir gesehen, wie man aus Roheisen schmiedbares Eisen durch Oxydation des Kohlenstoffs und anderer Elemente darstellt. Wir hatten aber bemerkt, daß es zwar möglich ist, wenn man Schweißisen darstellt, ein schmiedbares Eisen von bestimmtem Kohlenstoffgehalt, d. h. jede Art Stahl oder Schmiedeseisen, durch Abbrechen des Frischens zu rechter Zeit, festzuhalten, daß dies aber bei der Flußeisendarstellung unmöglich ist, daß man daher hier stets mit der Oxydation bis zur vollendeten Entkohlung geht.

Mit dem Flußeisen müssen daher nunmehr weitere Behandlungsarten vorgenommen werden, um es für die Technik brauchbar zu machen, und diese werden den Hauptgegenstand der heutigen Vorlesung bilden; aber auch bei der Schweißisendarstellung hatte man längst die Erfahrung gemacht, daß es leichter ist, ein kohlenstoffarmes Eisen herzustellen und dies nachträglich, namentlich wenn man den härtbaren Stahl erhalten will, mit mehr Kohlenstoff zu versehen, als von vornherein mit der Oxydation bei dem gewünschten Kohlenstoffgehalte Halt zu machen.

#### Zementprozeß.

Wir wollen mit dem ältesten Kohlungsprozesse beginnen, welcher bestimmt war und noch bestimmt ist, dem durch das Frischen hergestellten kohlenstoffarmen Schmiedeseisen den Kohlenstoffgehalt des Stahls zuzuführen, mit dem Zement- oder Zementier-Verfahren. Zum Zwecke des Zementierens walzt man das kohlenstoffarme Eisen zu flachen Stäben aus und bettet diese Stäbe, nachdem man sie auf eine bestimmte Länge geschnitten hat, zwischen Holzkohle in Kästen aus gebranntem Ton, welche so lang wie die Stangen sind, so breit, daß man mehrere Stangen nebeneinander legen kann, im Querschnitt etwa quadratisch. Diese Kästen nennt man Kisten. Zu unterst kommt eine Schicht Holz-

kohle, darauf eine Reihe von Stäben, deren Kanten sich nicht berühren dürfen, dazwischen und darauf wieder Holzkohle usw., bis die ganze Kiste voll ist. Zwei solcher Kisten stehen nebeneinander in einem Ofen. Darunter befindet sich eine Kofstfeuerung, auf der man der Regel nach Steinkohle verbrennt. Die Flamme schlägt um die Kisten herum und erhitzt sie ganz allmählich, etwa bis zur Schmelzhitze des Kupfers. Dann behält man acht bis zehn Tage diesen Wärmegrad bei und kühlt nachher wieder langsam ab, nachdem man sich durch Zerbrechen eines der obersten, ein wenig aus der Kiste herausragenden Stäbe von der ausreichenden Kohlung überzeugt hat. Über den Kisten erhebt sich ein kegelförmiger Rauchmantel, der die Gase in höhere Luftschichten zu führen bestimmt ist, damit sie nicht die Nachbarschaft allzusehr belästigen.

Wenn man nach ausreichender Abkühlung die Stäbe aus den Kisten herausnimmt, so findet man, daß sie Kohlenstoff aufgenommen haben. Obgleich das Eisen nicht geschmolzen war, ist doch der Kohlenstoff allmählich in dasselbe eingedrungen und hat das Schmiedeeisen in Stahl verwandelt. Das Produkt nennt man Zementstahl oder Blasenstahl. Der letztere Name hat seinen Grund in einer großen Menge von aus Gasentwicklung herrührenden Blasen auf der Oberfläche der zementierten Stäbe.

Der Zementationsprozeß war in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ungemein viel in Gebrauch. Aber heutzutage wendet man ihn kaum noch anders an, als für die Vorarbeiten zu dem besten Werkzeugstahl, hauptsächlich für Messer, Scheren und dergleichen mehr. Er findet sich daher auch in den Städten, wo diese Fabrikation die Hauptrolle spielt, in Solingen, Remscheid, ja die Stadt Sheffield, welche freilich heute ihren Ruf in bezug auf Werkzeuge an unsere deutschen Messerfabrikanten hat abtreten müssen, hat durch die Zementieröfen ihren eigentümlichen Charakter. Wenn man mit der Eisenbahn von London nach Sheffield fährt, da sieht man von einer hohen Brücke herab auf die Stadt, die einen ganz eigentümlichen Eindruck macht, denn mitten aus den Häusergruppen erheben sich überall die kegelförmigen Gassen der Öfen. Sie stehen mitten in der Stadt; man klagt nicht darüber, denn man weiß sehr wohl, daß auf ihnen der Wohlstand des Ortes beruht; gewisse Belästigungen muß man sich eben von der Industrie gefallen lassen. Wollte man sie alle fort-schaffen, so würde man auch die Industrie vertreiben und unter-

drücken müssen. Ein schwefelfreier, wenn auch dunkler Rauch ist übrigens gar nicht so gefährlich, wie er ausfieht, er enthält nicht soviel Kohlenstoff, wie man gewöhnlich denkt, jedenfalls nicht so viel, daß er gesundheitschädlich einwirkt, wenngleich er durch den Rußabsatz unangenehm wird.

Der Zementstahl kann nicht ohne weiteres benutzt werden, man muß aus ihm, wie wir später sehen werden, erst noch ein gleichmäßiges Produkt machen, und das geschieht durch Schweißen oder Umschmelzen.

Wir wollen diesen Prozeß, der übrigens grade so gut wie mit kohlenstoffarmem Schweißeißen auch mit kohlenstoffarmem Flußeisen in festem Zustande vorgenommen werden kann, nunmehr verlassen und uns der Kohlung des flüssigen schmiedbaren Eisens, des Flußeisens im geschmolzenen Zustande, zuwenden.

#### Bessemer-Flußeisen-Kohlung.

Rufen Sie sich die Bessemer-Birne (Seite 68) ins Gedächtnis zurück, durch deren Boden Luft in flüssiges Roheisen geblasen wurde, um es in schmiedbares Eisen, frei von allen fremden Elementen umzuwandeln. Wie ich früher erwähnte, kann man den Prozeß zweckmäßigerweise nicht bei einem bestimmten Kohlungsgrade des Eisens anhalten; man bläst vielmehr so lange, bis aller Kohlenstoff heraus ist, und das kann man leicht an der Flamme erkennen. Namentlich durch ein prismatisches Glas (ein Spektroskop) kann dieser Zeitpunkt genau wahrgenommen werden, denn man sieht dann grüne Streifen (Manganlinien) plötzlich verschwinden. Man hat dann erreicht, daß tatsächlich nunmehr das Eisen ganz kohlenstofffrei, ja nahezu chemisch rein ist, aber man kann es grade deshalb, in der Technik noch nicht gebrauchen, man muß ihm im Gegenteil wieder Kohlenstoff zuführen. Außerdem allerdings hat das Eisen in dem Augenblicke, wo der letzte Kohlenstoff fortging, Sauerstoff aufgenommen, hat sich ein wenig oxydiert, und solches sauerstoffhaltiges Eisen kann man erst recht nicht gebrauchen, denn es ist spröde und brüchig. Deshalb verbindet man der Regel nach mit dem Kohlungsprozeß einen Desoxydationsprozeß, d. h. ein Verfahren, welches diesen Sauerstoff wieder fortnimmt.

Denken Sie sich wieder die Birne aufrecht stehend. Alles war soweit fertig, daß der Kohlenstoff beim sauren Prozesse, daß

außerdem der Phosphor beim basischen Prozesse verschwunden, im letzteren Falle auch die Schlacke abgegossen ist; jetzt kippt man die Birne um und unterbricht damit den Gebläsestrom. Nun fügt man einen von drei Stoffen: Spiegeleisen, Ferromangan oder Ferrosilizium hinzu, das erstere entweder geschmolzen oder nur angewärmt, die beiden letzteren stets nur angewärmt. Man führt einen dieser drei Stoffe durch die Mündung der umgekippten Birne in das flüssige Eisenbad.

Was geschieht nun? Der Kohlenstoff in der Mangan- oder Silizium-Eisenlegierung geht in das Eisen über und gibt ihm den nötigen Kohlungsgrad, je nachdem die Eigenschaften des Eisens ausfallen sollen, und der Mangan- oder Siliziumgehalt bemächtigt sich des in dem flüssigen Eisen enthaltenen Sauerstoffes, oxydiert sich selbst und befreit das Eisen von dem in ihm enthaltenen Sauerstoff, er desoxydiert es. Das oxydierte Mangan oder Silizium geht in die Schlacke. So macht man es sowohl bei dem sauren, wie bei dem basischen Bessemer-Prozesse.

Die Menge des Mangans oder Siliziums, welches man zusetzt, richtet sich nach der Menge des Sauerstoffes im Eisen. Will man aber ein kohlenstoffarmes Flußeisen, Flußschmiedeeisen, z. B. für Träger oder Winkelleisen erzeugen, so nimmt man Ferromangan, da dessen Mangangehalt im Verhältnis zu seinem Kohlenstoffgehalt hoch ist; will man dagegen Flußstahl oder diesem annähernd kohlenstoffreiches Flußeisen erzeugen, z. B. Eisenbahnschienen, so nimmt man Spiegeleisen, d. h. ein im Verhältnis zu seinem Kohlenstoffgehalt manganärmeres Roheisen.

Zuweilen genügt der Kohlenstoffgehalt dieser Eisenarten nicht, dann nimmt man Ferrosilizium in kleinem Überschusse und macht dadurch das Flußeisen härter, oder man setzt dem durch Mangan desoxydierten Flußeisen noch feste Kohle zu. Letzteres geschieht in Form von Kokslein (Phönixverfahren) oder in Form von mit Anthrazit gemischten Kalkziegeln (Düdelinger Verfahren). Mit Silizium zu arbeiten ist immer gefährlicher als mit Mangan; denn schon ein Überschuß von wenigen Hundertsteln eines Prozentes an Silizium verdirbt das Flußeisen, während es bis zu 2% Mangan wohl noch vertragen kann, ohne für die meisten technischen Zwecke unbrauchbar zu werden.

## Martin-Flußeisen.

Der Kohlenstoffgehalt des geschmolzenen Roheisens läßt sich außer durch den Sauerstoff der Luft, wie beim Bessern, auch durch den Sauerstoff von Erzen entfernen. Das kann aber nur

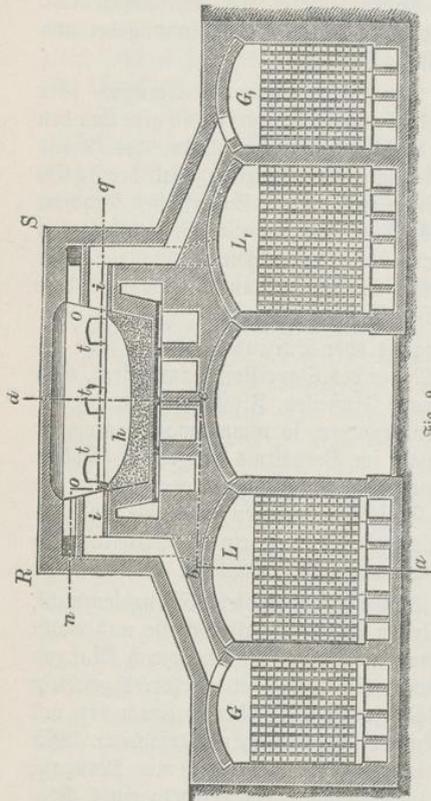


Fig. 9.

unter Einwirkung einer heißen Flamme, also im Flammofengehen und dieses Verfahren nennt man Siemens-Verfahren.

Andererseits kann der Kohlenstoffgehalt des Schmiedeisens, welches durch irgendeinen Frischprozeß hergestellt war, durch Zusammenschmelzen mit Roheisen erhöht werden, d. h. man erhält durch Zusammenschmelzen eines kohlenstoffreichen und eines kohlenstoffarmen Eisens ein Eisen mittleren Kohlenstoffgehaltes.

Darauf gründete sich anfangs der nach seinem Erfinder, einem Glässer, genannte Martin-Prozeß. Der Prozeß wurde erst möglich, nachdem Siemens eine Einrichtung erfunden hatte, welche man Wärmespeicher nennt. Heu-

zigentags ist der Prozeß wesentlich anders geworden. Man benutzt das Roheisen als Lösungsmittel für allerhand Eisenabfälle (Alteisen, Schrott), entkohlt das Gemisch ganz und kohlt und desoxydiert grade so, wie dies beim Bessmer-Flußeisen beschrieben war.

Ofen  
Frisc  
Eisen  
die n  
Zegt  
Zum  
welch  
gas  
Feue  
Gint  
(j. F  
heiß  
durch  
Herd  
Eisen  
zen  
füllt  
sonde  
heiß  
ander  
anlar  
es d  
zwei  
liegen  
G hi  
gitter  
Stein  
dem  
imne  
schaft  
um.  
die b  
die s  
samm  
ist vi  
höher  
mern  
abgel  
man

Die beistehenden Zeichnungen mögen den dazu benutzten Ofen erläutern, der in gleicher Form auch für den Siemens-Frischprozeß benutzt wird. Man vermochte früher schmiedbares Eisen in einem Flammofen nicht zu schmelzen, weil die Temperatur, die man in den Ofen hervorrufen konnte, nicht hoch genug war. Jetzt gelingt es mit Hilfe dieses Ofens jede Eisenart zu schmelzen. Zum Heizen kann man nur Gas verwenden, und zwar das Gas, welches ich bei den Brennstoffen als Kohlenoxydgas oder Luftgas bezeichnet hatte. Dieses brennbare Gas führt man über der Feuerbrücke in den Ofen ein; es mischt sich mit Luft, für deren Eintritt die zweite Öffnung dient. Wenn beide zusammentreffen (s. Fig. 9 u. 10), so verbrennen sie zu Kohlensäure, und dieses

heiße verbrannte Gas geht durch den Ofen über dessen Herd (*h*) und erhitzt das Eisen, welches man schmelzen will. Das Gas erfüllt nicht nur seinen Zweck, sondern bleibt noch sehr heiß, wenn es auf der anderen Seite des Ofens anlangt. Von dort geht es deshalb geteilt durch zwei unterhalb des Ofens liegende Kammern *L* und *G* hindurch. Diese sind gitterartig mit feuerfesten Steinen ausgelegt. Bei

dem Durchgange des heißen Gasgemenges erhitzen sich die Steine immer mehr, bis sie so warm sind, wie die Gase selbst; dann schaltet man die Ventile, die in den Kanälen angebracht sind, um. Man läßt jetzt das Gas und die Verbrennungsluft durch die beiden heißen Kammern *G*<sub>1</sub> und *L*<sub>1</sub> strömen, aus denen sie die Wärme wieder aufnehmen und oben (bei *i* und *o*) zusammentreten; die Hitze, die sie bei der Verbrennung erzeugen, ist viel größer als vorher. Sie erhitzen daher auch das Eisen viel höher und gehen auch noch viel heißer in die zwei anderen Kammern *G* und *L*, in denen sie an die feuerfesten Steine ihre Wärme abgeben. Nach einer Weile, gewöhnlich nach 30 Minuten, dreht man die Ventile wieder um und wechselt die Richtung des Gas-

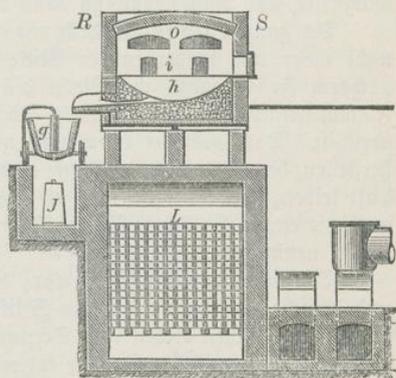


Fig. 10.

stromes und der Paare der zu erhitzenden und der ihrer Wärme zu beraubenden Kammern. Man kommt zu immer höherer Temperatur und könnte schließlich eine ungemessen hohe Hitze erreichen, wenn nicht die Möglichkeit dazu mit ungefähr 2000° abgeschlossen wäre, weil dann die Wärmeausstrahlung ebenso groß wie die Wärmezunahme wird, weil auch schließlich kein feuerfester Ofenbaustoff halten würde und weil endlich die Temperatur zu hoch wäre, um eine Verbindung von Kohlenoxyd mit Sauerstoff zu gestatten.

Der Herd des Ofens besteht, wie bei der Bessemer-Öfne, entweder aus Quarz (Sand), man nennt ihn dann sauer, oder aus gebranntem Dolomit oder Magnesit, d. h. aus Kalkerde und Magnesia, und man nennt ihn dann basisch.

Der ganze Ofen ist überdeckt mit einem Gewölbe *RS*, welches nicht mehr wie früher in der Mitte hinabgezogen ist, sondern, nachdem Hr. Siemens mit Recht die Notwendigkeit der freien Flammenentwicklung betont hatte, horizontal, selbst etwas erhöht verläuft. Das Gewölbe kann man nicht aus basischen Steinen herstellen, denn es würde durch die es von außen bespülende feuchte Luft leiden; sondern man muß es aus Ziegeln herstellen, welche aus mit etwas Kalk gemischtem Quarz gepreßt werden. Solche Ziegel nennt man Dinasziegel.

Da nun dies Gewölbe sauer, der Herd basisch ist, saure und basische Stoffe aber leicht zu Silikaten zusammenschmelzen, so muß man zwischen beiden eine Trennungsschicht einfügen, welche aus Ziegeln hergestellt wird, die entweder aus einem Gemisch von Chromeisenstein und Teer gepreßt sind oder aus reiner Magnesia bestehen; außerdem stützt man das Gewölbe durch Verankerung, so daß es nicht auf den unteren Ofenteilen lastet.

Auf den stark angeheizten Herd bringt man zusammen Roheisen und schmiedbares Eisen, beim basischen Verfahren außerdem noch Kalkstein. Das Roheisen verwendet man der Regel nach fest in Form von Masseln, neuerdings auch geschmolzen, das schmiedbare Eisen in Form von Abfällen (Schrott). In Maschinen-, Schiffbau- usw. Werkstätten entstehen ebenso wie auf den großen Hüttenwerken bedeutende Mengen von Abfällen. Außerdem wird in Form von zerbrochenen oder andersartig zerstörten Waren Eisen als Alteisen gesammelt. Alles das wird von Händlern an die Martin-Werke unter dem Namen „Schrott“ verkauft. Da man nicht voraussehen kann, ob dieser angekaufte Schrott phosphorhaltig

oder  
saurhäuf  
aber  
Hitze  
durch  
durch  
Fall  
gefemitt  
anfa  
wün  
gera  
gleich  
Fluß  
beim  
Rof  
noch  
im S  
brin  
beste  
einerPho  
Mar  
Eise  
zur  
Zwe  
Eise  
geht  
Dry)dem  
beme  
wie  
lang  
folgt  
halt

oder phosphorfrei ist, so wird allgemein der basische Herd dem sauren vorgezogen.

Das Einsetzen von Roheisen und Schrott geschieht noch häufig mit der Hand auf einer eisernen Schaufel, neuerdings aber, teils zur Entlastung der Arbeiter von dieser wegen der Hitze sehr anstrengenden Arbeit, teils zur Abkürzung der Zeit, durch meist elektrisch angetriebene Maschinen. Man bringt es durch drei Türen *t* in den Ofen, in welchen, wie erwähnt, im Falle Phosphor entfernt werden soll oder muß, vorher Kalkstein gesetzt war.

Wir bekommen nach dem Einschmelzen ein Eisen von einem mittleren Kohlenstoffgehalte, und der Erfinder des Prozesses hatte anfangs den Gedanken, auf diese Weise gleich Stahl von gewünschtem Kohlenstoffgehalte zu erzeugen. Aber er irrte sich gerade so, wie im Anfange Bessmer, als er dachte, er könnte so gleich alle möglichen Eisenarten ohne weiteres in brauchbaren Flußstahl verwandeln. Jetzt verfährt man ganz anders. Schon beim Einschmelzen wirkt der auf dem alten Eisen haftende Rost oxydierend, und das ist gut; denn man muß doch erst noch wieder alle jene fremden Elemente herausbringen, die sich im Roheisen vorfinden. Den Phosphor kann man nur herausbringen, wenn die Sohle des Ofens aus basischem Material besteht und wenn Kalkstein zugesetzt war. Arbeitet man mit einer Sandsohle, so ist es unmöglich, Phosphor zu entfernen.

Auch bei dem basischen Verfahren geht die Hauptmenge des Phosphors erst heraus, nachdem aller Kohlenstoff entfernt war. Man läßt deshalb auch hier noch weiter Sauerstoff auf das Eisenbad wirken, indem man die Luftmenge größer macht, als zur einfachen Verbrennung des Kohlenoxyds nötig ist, auch zum Zwecke der Oxydation das Bad mit Eisenstangen untrührt oder Eisenoxyde (Hammer Schlag oder Erze) zusetzt. In letzterem Falle geht das Verfahren in den Siemens-Prozeß über, bei welchem zur Oxydation nur Erze gebraucht werden.

Wenn man in einen solchen Martin-Ofen hineinsieht, in dem bald eine Temperatur von 1600 bis 1700° herrscht, so bemerkt man ein Wallen des Eisenbades; es entwickelt sich gerade wie beim Puddeln und beim Bessmern Kohlenoxyd, freilich viel langsamer als beim Bessmern. Obwohl man nun bei der infolge dessen längeren Zeit leichter als beim Bessmern einen Haltepunkt machen könnte, um einen bestimmten Kohlenstoffgrad

festzuhalten, so begnügt man sich doch nicht mit diesem unsicheren Verfahren, um so weniger, als man doch erst nach Entfernung alles Kohlenstoffes den Rest aller fremden Stoffe fortzuschaffen kann.

Es zeigte sich bald, daß man auch hier nicht eher aufhören darf, als bis aller Kohlenstoff heraus ist. Im Augenblick, wo dies geschehen ist, oder der Regel nach, wo Kohlenstoff und Phosphor entfernt sind, nimmt das Eisen schon wieder Sauerstoff auf. Man muß deshalb auch hier zum Schluß Spiegeleisen, Ferromangan oder Ferrosilizium zusetzen, um den Sauerstoff fortzunehmen und um andererseits den nötigen Kohlenstoff zuzuführen.

Nachdem das Flußeisen ganz fertig gestellt ist, ihm auch, wenn erforderlich, Zusätze von Nickel, Chrom oder Wolfram gegeben sind, sticht man es ab, läßt es in eine Pfanne *g* laufen, durch deren Boden es in die Gießform *J* gelangt.

Dieser Prozeß hat gegenüber dem Bessern in seinen beiden Abarten den großen Vorteil, daß man in dem Flammofen genau den Vorgang beobachten kann. Von Zeit zu Zeit nimmt man mittels einer mit Ton ausgeschmierten eisernen Kelle eine Eisenprobe heraus, gießt sie in eine Form, untersucht und prüft sie. Ist das Eisen gut, so sticht man es als Flußeisen in eine große Gießpfanne ab; ist es dagegen noch sauerstoffhaltig, so desoxydiert man weiter, ist es zu kohlenstoffreich, so setzt man Schrott oder Dryd (Hammerschlag oder Erz) zu, ist es zu kohlenstoffarm, so führt man Kohlenstoff ein, der Regel nach durch Spiegeleisen. Man kann also sehr genau arbeiten, und daher ist dieses Produkt wertvoller, als das Bessmer-Flußeisen. Man braucht deshalb das Martin-Flußeisen im Gegensatz zu dem Bessmer-Flußeisen für solche Waren, auf deren Haltbarkeit es besonders ankommt, z. B. für Eisenbahnwagenachsen u. dgl.; während man Träger-Eisen, Eisenbahnschienen usw. aus Bessmer-Eisen macht.

Wie erwähnt, führt man den Prozeß so lange fort, bis kein Kohlenstoff mehr im Eisen ist und nahezu alle anderen Elemente bis auf Spuren entfernt sind, d. h. bis das Eisen fast chemisch rein ist. Man erkennt dies in der Praxis an dem Aufhören jeder Blasenbildung im Eisenbade.

Hiermit hat man gewissermaßen die Kohlungsarbeit des Roheisens wieder rückgängig gemacht, und Sie verstehen, daß

meine Angabe richtig war, daß jetzt hier das Roheisen eigentlich nur als Lösungsmittel wirkt, während man es bei dem ursprünglichen Verfahren von Martin tatsächlich als Kohlungsmittel für das Schmiedeisen brauchte. Man muß aber, da nun am Schlusse des Prozesses das Flußeisen wieder Sauerstoff aufnimmt, auch diesen entfernen und gleichzeitig neuen Kohlenstoff zuführen, also von neuem kohlen und desoxydieren.

Man darf nicht daran denken, etwa den Sauerstoff durch eingegerührte Kohle (Holzkohle, Koks, Anthrazit) zu entfernen. Dazu ist die Temperatur zu hoch, die Verbindung würde nicht stattfinden. Man muß vielmehr den Sauerstoff durch Mangan, Silizium oder Aluminium entfernen, den Kohlenstoff aber mit diesen Elementen zuführen oder nach dem Abstich das Flußeisen durch Zuführung von Kohle höher kohlen.

Man setzt daher nach Vollenbung der Entkohlung und Entphosphorung, welche letztere durch den Zusatz von Kalk bei basischem Boden erreicht wurde, und nachdem man der Kugel nach die Hauptmasse der Schlacke abgestochen oder abgezogen hatte, wie beim Bessernern, Ferromangan, Spiegeleisen oder Ferrosilizium zu. Ferromangan setzt man auch hier für Flußschmiedeisen, Spiegeleisen für Flußstahl ein. Die Gründe sind bereits vorher erläutert worden. Ebenso kann man Ferrosilizium einsetzen, welches eine günstige Einwirkung auf die Vermeidung von Blasenbildung äußert, auf die ich nachher zu sprechen kommen werde. Will man das Flußeisen nicht etwa erst in Blockform gießen, um es nachher auszuwalzen, sondern sogleich in die Form von Gebrauchsgegenständen (Flußwaren), z. B. Zahnräder, Krummzapfen, so wendet man gern das Ferrosilizium an. Aber das Ferrosilizium bleibt auch hier ein gefährlicher Zusatz, da es in seiner Anwendung ungemein viel Sorgfalt erfordert, um keinen erheblichen Überschuß davon im fertigen Eisen zurückzulassen. Eigentlich soll man ja nur so viel Mangan und so viel Silizium zusetzen, daß diese beiden sich mit dem im Eisen enthaltenen Sauerstoff verbinden und Schlacke geben. Aber das ist so schwierig auszuführen, daß man, um sicher zu gehen, stets etwas mehr zugibt, als dem Sauerstoffgehalte entspricht.

Es gibt, wie ich früher mittheilte, ein anderes Metall, welches, genau genommen, noch besser wirkt als Silizium und Mangan, weil auch bei einem Mehrzusatz nichts davon im Eisen bleibt, und welches doch allen Sauerstoff fortnimmt,

das ist Aluminium. Wenn man zu einem Eisen, welches sonst fertig ist, Aluminium zusetzt, so nimmt das Aluminium mit noch größerer Lebhaftigkeit, als Mangan und Silizium, den Sauerstoff auf, oxydiert sich und steigt als Tonerde an die Oberfläche. Dasselbe geschieht aber auch mit einem Zuviel an Aluminium, weil es wegen seiner großen Leichtigkeit an die Oberfläche steigt und sich dort oxydiert. Man würde daher mit Aluminium an Stelle von Mangan und Silizium sehr gut arbeiten können, wenn nicht zwei Hindernisse sich in den Weg stellen. Das erste ist, daß das Aluminium nicht kohlenstoffhaltig ist. Will man also gleichzeitig mit der Desoxydation Kohlenstoff zuführen, kann man es nicht verwenden, während Ferrumangan, Spiegeleisen und Ferrosilizium gleichzeitig desoxydierend und kohlend wirken. Ein zweites Hindernis liegt in der Kostspieligkeit des Aluminiums. Man kann es daher nur für ganz besondere Fälle anwenden, z. B. bei der Erzeugung von Eisen für Radreifen zu Eisenbahnwagen. Man arbeitet dann so, daß man zuvörderst durch Spiegeleisen den nötigen Kohlenstoffgehalt zuführt und die Hauptmenge des Sauerstoffs fortnimmt, den Rest aber erst durch Aluminium, nachdem das Flußeisen aus dem Ofen in die Gießpfanne abgestochen ist.

Bisher ward das Martin-Verfahren so ausgeführt, daß nach Vollendung der Verschmelzung eines Sazes der ganze Ofeninhalt abgestochen und dann das Verfahren von neuem begonnen wurde. Das Bestreben der Eisenhüttenleute richtet sich jetzt darauf, auch dieses Verfahren, wie den Hochofenprozeß, ununterbrochen fortlaufend zu gestalten, d. h. auf einer Seite die frischen Rohstoffe, das Roheisen unmittelbar geschmolzen vom Hochofen, aufzugeben und auf der anderen Seite des Ofens, das fertige Flußeisen von Zeit zu Zeit abzuzapfen. Es scheint, daß hierfür am besten ein kippbarer Flammofen (Talbot-Ofen) geeignet ist, den man bereits für 100 t Einsatz von flüssigem Roheisen und für Entkohlung mit Eisenerz so benützt, daß jedesmal ein Teil des fertigen schmiedbaren Eisens zurückbleibt.

## 2. Verbesserungsarbeiten.

Die Arbeiten, welche wir nun in ihren Hauptarten kennen gelernt und die wir Kohlungs- oder Desoxydationsarbeiten genannt haben, liefern eigentlich ein Eisen, welches alle die chemischen Eigenschaften besitzt, die man in der Technik verlangt.

Aber  
Eisen  
er  
gege  
Sch  
Mer  
Hafe  
Eise  
hatte  
Bud  
und  
noch  
eisen

gesch  
voll  
mech  
leute  
des  
dada  
lich  
Kof  
mach  
sand  
vor.  
Fris  
oft  
Waf  
Beit  
Eise  
der  
gesch  
Flu  
Tech

der  
Sch

Aber noch sind wir nicht am Ende der Eisenbereitung. Der Eisenhüttenmann kann sich noch nicht damit begnügen, daß er dem Eisen die entsprechende chemische Zusammensetzung gegeben hat. Das Eisen, welches durch den Puddelprozeß als Schweißeisen hergestellt war, enthält noch eine recht große Menge Schlacke eingemengt. Der Puddler rührte ja mit seinem Haken um, rührte daher Schlacke in das Eisen ein. Als das Eisen erstarrte, umschloß es daher eine Menge Schlacke. Freilich hatte ich bereits erzählt, wie man die Luppen, die aus dem Puddelofen genommen werden, unter dem Hammer bearbeitet und dabei schon recht viel Schlacke hinausquetscht, aber es bleibt noch zu viel zurück. Das ist der größte Nachteil der Schweißeisendarstellung.

Beim Flußeisen tritt dieser Übelstand nicht ein, denn in geschmolzenem Zustande sondert sich die Schlacke so gut wie vollständig vom Eisen ab; aber es findet sich eine andere mechanische Beimengung im Flußeisen, welche den Eisenhüttenleuten viel mehr Kopfzerbrechen gemacht hat, als die Schlacke des Schweißeisens. Das Flußeisen schließt Gase ein und wird dadurch blasig. Anfangs dachte man, die Blasen kämen lediglich von dem Sauerstoff der Luft, oder von der Oxydation des Kohlenstoffs (Kohlenoxydgas); aber als man sich daran machte, genauer den Inhalt der Blasenräume zu untersuchen, fand sich erstaunlicherweise in den meisten Blasen Wasserstoff vor. Das kommt daher, daß die Luft, mittels derer man die Frischprozesse ausführt, immer feucht ist, und diese, wenn auch oft nur geringen Mengen Wasserdampf werden zersezt. Der Wasserstoff bleibt von dem heißen Eisen aufgesogen, absorbiert. Beim Erkalten scheidet sich das Gas aus. Wenn das gegossene Eisen erstarrt, so bildet sich zuerst eine Kruste an der Oberfläche der Form; dann kann das im inneren flüssigen Kern noch eingeschlossene Gas nicht mehr hinaus und bildet Blasenräume.

Man muß daher das Schweißeisen von Schlacke, das Flußeisen von Gasblasen befreien, ehe man es für die Technik gebrauchen kann.

### Schweißen.

Sehen wir uns zuerst unter den Arbeiten zur Entfernung der Schlacke um. Da ist die wichtigste das Schweißen. Das Schweißeisen, welches als Luppe aus dem Puddelofen kommt,

wird nach dem Hängen unter dem Dampfhammer sogleich und in derselben Hitze zu flachen Stäben (Rohschienen) ausgewalzt. Diese werden in Stücke von geringer Länge zerschnitten. Die Stücke werden sorgfältig aufeinander gelegt, man paketierte sie. Das so gebildete Paket wird von ein paar Eisenbändern oder Draht- ringen umschlossen und nun in Öfen gebracht, welche den Buddel- öfen ähnlich sind, sich aber besonders dadurch unterscheiden, daß sie eine Sandsohle und keine Fuchsbrücke haben. Diese Schweiß- öfen heizt man meist durch Gasfeuerung mit Wärmepeichern, wie die Martin-Öfen, und bringt in ihnen das paketierte Eisen in einen teigigen, die Schlacke in einen flüssigen Zustand. Da sich aber gleichzeitig das Eisen auf der Oberfläche zu Glühspan oxydiert, so streut man entweder Sand (Kieselsäure) zwischen die Eisenstücke, oder erhitzt sie auf einer Sandsohle. Dadurch wird auch der Glühspan in eine leichtflüssige Schlacke übergeführt. Wenn jetzt das Paket aus dem Ofen genommen und gehämmert oder gewalzt wird, so schweißen die einzelnen Eisenstücke an- einander, während die dünnflüssige Schlacke hinausgequetscht wird. Es wird also aus den einzelnen Stücken ein einziges Stück Eisen gebildet und dabei wird die eingeschlossene Schlacke, wenn auch nicht ganz entfernt, so doch erheblich vermindert. Je öfter man das Schweißverfahren wiederholt, um so besser, d. h. um so schlackenfreier wird das Eisen. Eine Vorsicht ist indessen dabei zu beobachten: Bei jedem Schweißen vermindert sich der Kohlen- stoffgehalt des Eisens durch Oxydation. Die Folge ist, daß man bald an die für den Zweck der technischen Verwertung nötige Kohlenstoffgrenze kommt. Man muß also vorsichtig sein, wenn das Eisen nicht zu kohlenstoffarm werden soll, um so mehr, als die Eigenschaften des Eisens doch wesentlich vom Kohlenstoffgehalt abhängen. Es sei hier bemerkt, daß man Flußeisen natürlich gerade so gut wie Schweißisen schweißen kann, daß man aber die Schweißung für das Flußeisen weniger braucht, einmal, weil der Zweck der Schlackenentfernung fortfällt, und zweitens, weil man das Flußeisen sofort durch Guß in diejenige Größe bringen kann, die dem fertigen Stücke entspricht.

Die Schweißung wird um so schwieriger, je kohlenstoffreicher das Eisen war. Stahl ist daher viel schwieriger als Schmied- eisen zu schweißen. Das hat zwei Gründe: Erstens ist ein Ver- lust an Kohlenstoff beim Stahl viel einflußreicher als beim Schmied- eisen, zweitens liegen Schmelzpunkt und Schweißhize (Wärme

des  
reichdie  
min  
des  
Bo  
oxyviel  
MaEr  
räu  
Ste  
und  
Wolich  
Al  
fan  
Pr  
Sil  
eigzwe  
aus  
Da  
hat  
dar  
hefder  
Bl  
dar

Bl

des teigigen Zustandes) um so näher aneinander, je kohlenstoffreicher das Eisen ist.

Da namentlich beim kohlenstoffreichen (Werkzeugs-) Stahl die Grenzen fast aufeinander fallen, so muß man dafür sorgen, mindestens eine recht leicht schmelzbare Schlacke zu bilden, und deshalb benutzt man hier statt der Kieselsäure des Sandes den Borax, das ist ein Natriumsalz der Borsäure, welches mit Eisenoxyden leichtschmelzbare Verbindungen bildet.

### Dichten.

Der zweite Prozeß, die Entfernung der Blasenräume, ist viel schwieriger durchzuführen, als die Austreibung der Schlacke. Man nennt ihn: Das Dichten des Flußeisens.

Man kann das Dichten nach vier Richtungen hin vornehmen: Erstens vermeidet man tunlichst die Bildung von Blasenräumen, zweitens verteilt man die Blasenräume auf zweckmäßige Stellen, drittens vermeidet man einzelne größere Blasenräume und bildet daraus viele kleine, viertens drückt man vorhandene Blasenräume zusammen.

Die Bildung der Blasenräume vermindert man nach Möglichkeit durch die Desoxydationsmittel Silizium, Mangan und Aluminium. Unter diesen Mitteln ist das Silizium am wirksamsten, aber man muß es, wie schon vom Bessemer- und Martin-Prozeß her bekannt, mit Vorsicht gebrauchen, um nicht zu viel Silizium in das Eisen zu bringen und dadurch dessen Festigkeitseigenschaften zu verringern.

Die richtige Verteilung der Blasenräume ist eine zweite Aufgabe. Wir können hier von dem gewöhnlichsten Fall ausgehen, indem man das Flußeisen in Gestalt von Blöcken gießt. Das sind Stücke, welche einen quadratischen Horizontalquerschnitt haben und ungefähr säulenförmig sind, freilich unten etwas stärker, damit man die eiserne Form, in der das Gußstück erstarrt, abheben kann.

Ein solcher Block zeigt nun je nach dem Wärmegrade, bei dem er gegossen ist, eine verschiedene Anordnung der größeren Blasenräume. Drei Durchschnitte (Fig. 11 a, b, c) werden dies dartun.

In Fig. 11 a sind die Blasenräume alle am Rande. Der Block war zu heiß gegossen. Die rauhe Oberfläche macht ihn

unbrauchbar für alle Gegenstände, bei denen man eine glatte Oberfläche verlangt. In Fig. 11 b, beim zweiten Blocke, sitzen die Blasen alle in einer gewissen Entfernung von der Rinde. Das sind die besten Blöcke. Sie sind bei passender Temperatur gegossen und für alle Zwecke verwendbar.

Eine dritte Art, Fig. 11 c ist die, bei welcher sich alle Blasen zusammengezogen haben und im Innern eine große Blase bilden, die man Lunker nennt. Diese Blöcke sind schlecht zu gebrauchen,

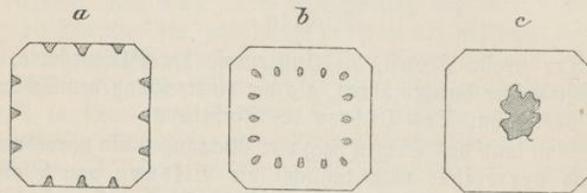


Fig. 11.

wenn man nicht den inneren Hohlraum durch Bohren oder Stanzen zuvor entfernt; sie sind zu kalt gegossen.

Außer der Anwendung des richtigen Hitzegrades gibt es noch ein brauchbares Mittel, die nicht ganz zu vermeidenden Blasen unschädlich zu machen: Wenn man nämlich das Flußeisen in eine eiserne Form, eine sogenannte Blockform, gießt, so füllt man diese Form nicht ganz bis oben an, legt auf die Oberfläche des noch flüssigen Metalls eine dünne Blechscheibe, füllt den übrigen Raum mit Sand und legt einen Deckel darauf, den man fest verkeilt. Nun kann das Eisen nicht steigen, d. h. die Blasen können sich nicht entwickeln. Freilich werden es dadurch nicht weniger, aber ein großer Vorteil besteht darin, daß die Blasen sich gut verteilen. Statt daß wir, wie im ersten Falle, in dem gegossenen Blocke wenige große Blasen haben, so erhalten wir nun in dem erkalteten Blocke zahlreiche, aber ganz kleine Blasen, und Sie können wohl annehmen, daß der Block im zweiten Falle viel bessere Waren gibt als im ersten.

Statt daß man so durch aufgefüllten Sand und einen Deckel das Steigen des Flußeisens nach dem Gießen verhindert, kann man den gleichen Erfolg in noch vollkommenerer Weise dadurch erreichen, daß man die mit Flußeisen gefüllte Form unter eine hydraulische Presse bringt und das Metall unter deren Druck erstarren

läßt.  
welledie B  
wenig  
dasSchl  
das,  
AbfchEisen  
nach  
noch  
die B  
Meta  
an dider G  
man  
man  
name  
(Besse  
Pudd  
Eisen  
es ge  
Guß  
gesch  
dem S  
schmolein G  
vollko  
Mang  
besitz  
daß d  
Zusatz  
Meng

läßt. So werden z. B. Blöcke für Panzerplatten, Dampfschiffwellen, Kanonen behandelt.

Walzt man ein blasenhaltiges Flußeisenstück aus, so werden die Blasenräume flach gedrückt, sind daher in gleichem Querschnitt weniger nachtheilig. Starke Verarbeitung verbessert daher immer das Flußeisen.

#### Gußstahldarstellung.

Es gibt kein besseres Verfahren, um die beiden Zwecke Schlacken- und Gasentfernung gleichzeitig zu erreichen, als das, das sonst chemisch richtig zusammengesetzte fertige Eisen unter Abschluß der Luft umzuschmelzen.

Das Verfahren wird der Regel nach so ausgeführt, daß Eisen in Tiegel umgeschmolzen wird, deren Inhalt beim Schmelzen nach außen vollkommen abgesperrt ist, so daß weder Feuergase noch Luft Zutritt haben. Dabei muß die Temperatur so hoch und die Zeit so ausreichend lang sein, daß sich aus dem geschmolzenen Metall Schlacke und Gase ausscheiden können; die Schlacke steigt an die Oberfläche, die Gase strömen aus.

Man bekommt mit diesem Verfahren das beste Eisen, welches der Eisenhüttenmann überhaupt zu erzeugen imstande ist, und man nennt es Tiegelflußeisen oder Gußstahl, letzteres weil man gewöhnlich so nur Flußeisen erzeugt, welches härtbar ist, namentlich für Werkzeuge. Als Grundstoff kann man Flußeisen (Bessemer-Eisen oder Martin-Eisen) nehmen, aber auch ebenfogut Puddelschweißeisen oder Zementeisen. Es ist indessen falsch, ein Eisen mit dem Namen Gußstahl nur deshalb zu belegen, weil es gegossen ist. Das ist nicht richtig. Tiegelflußeisen oder Gußstahl ist stets nur ein Eisen, welches ohne Luftzutritt umgeschmolzen ist, also nicht ein in der Bessemer-Birne oder in dem Martin-Ofen dargestelltes und daraus gegossenes unumgeschmolzenes Flußeisen.

Vor allen Dingen muß man darauf Rücksicht nehmen, daß ein Eisen, welches man für diesen Prozeß benutzen will, chemisch vollkommen fertig sei, es muß tunlichst frei von Phosphor, Schwefel, Mangan, Silizium sein und soll den nötigen Kohlenstoffgehalt besitzen. Höchstens läßt man in dieser letzteren Beziehung zu, daß der Kohlenstoff durch Zusatz von Holzkohle erhöht, oder durch Zusatz kohlenstoffärmeren Eisens vermindert werde. Von der Menge der sonst in kleinen Mengen zurückgebliebenen Stoffe hängt

die Güte des Gußstahls ab, und man wird bei der Kostspieligkeit des Verfahrens keine schlechten Grundstoffe anwenden. Das Eisen, welches man unerschmelzen will, also der Regel nach Stahl, zerschlägt man in kleine Würfelchen oder längliche Stüchchen, bevor man es in den Tiegel bringt.

Die Herstellung der Tiegel erfordert große Sorgfalt. Man nimmt dazu den besten und reinsten feuerfesten Ton, den man haben kann, mischt ihn mit gebranntem Ton (Schamott) und setzt dazu entweder Graphit, das ist ein natürlicher Kohlenstoff, oder aschenfreies Koks pulver. Diese Mischung feuchtet man mit Wasser an und formt sie in Bronzeformen, entweder mit der Hand oder mit einem maschinell bewegten Stempel, der in die Tonmasse eingepreßt wird, dem Mönch. Die Tiegel erhalten die nebenstehend abgebildete Gestalt (Fig. 12).

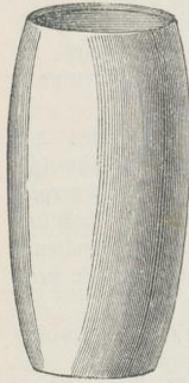


Fig. 12.

Ein solcher Tiegel muß auf das sorgfältigste getrocknet werden, zuerst an der Luft, dann in erwärmten Räumen bei allmählich gesteigerter Temperatur. Jetzt geht man nach einem von zwei verschiedenen Verfahren voran. Entweder füllt man den ganz trockenen und warmen Tiegel zuvörderst sorgfältig mit den Eisenteilen, bedeckt ihn, verschmiert den Deckel, glüht ihn mit seinem Inhalt und bringt ihn dann erst in den Schmelzofen; oder man glüht den leeren Tiegel, bringt ihn in den Schmelzofen, füllt ihn und bedeckt ihn erst im Ofen. Jedes dieser Verfahren hat etwas für sich, indessen kann man das letztere nur für kleineren Betrieb anwenden.

Die Schmelzöfen sind entweder kleine Schacht- oder große Flammöfen. Die ersteren sind unten durch einen Planrost abgeschlossen und man setzt den Tiegel von oben ein. Sie werden mit Koks geheizt. Die Flammöfen werden mit Gas geheizt und sind, wie die Martin-Öfen, mit Wärmespeichern versehen. Die Schachtöfen sind nur für einen bis vier, die Flammöfen für eine große Menge Tiegel, die gleichzeitig eingesetzt werden, geeignet, also für große Produktionen.

Drei Zeitabschnitte hat man zu unterscheiden. In dem ersten findet das Schmelzen statt. Hat man neue Eisensorten zu schmelzen, dann hat der Arbeiter sich zu überzeugen, daß die

Schm  
gerad  
sehen  
man  
so ric  
so tri  
zeige  
man  
name  
inge  
Peri  
fläche  
eigne

stahl  
Eisen  
forte  
dabe  
Guß  
nomi  
nen  
Tie  
Mar  
mit

unte

berei  
muß  
gesch

inde  
Mat  
Lich  
es a

in E

14 5  
ähnl  
dere

Schmelzung vollendet ist, und dazu fährt er mit einer dünnen geraden Stange durch den für diesen Fall mit einem Loch versehenen Deckel und fühlt, ob das Eisen dünnflüssig genug ist. Hat man dagegen wiederholt dieselben Sorten Eisen zu verarbeiten, so richtet man sich einfach nach der Uhr. Ist das Eisen geschmolzen, so tritt die zweite Periode ein: Auf der Oberfläche des Eisens zeigen sich eine Menge kleiner Bläschen. Diese Zeit nennt man die Periode des Wallens. Jetzt entweichen die Gase, namentlich der Wasserstoff, und in dieser Periode steigt auch die eingeschlossene Schlacke an die Oberfläche. Es folgt die dritte Periode, das Absteigen. Jetzt hört das Wallen auf und die Oberfläche wird ganz ruhig. Mit ihrem Schlusse ist das Eisen geeignet zum Ausgießen.

Man nennt gewöhnlich, wie ich sagte, dieses Produkt Gußstahl, weil man fast immer nur das kohlenstoffreichere härtbare Eisen, also den Stahl, so behandelt. Für weichere Schmiedeisensorten ist das Verfahren der Regel nach unnötig und zu teuer, daher benutzt man es für sie wenig. Deshalb ist die Bezeichnung Gußstahl für dieses Produkt auch zutreffend. Aber genau genommen kann man es auch als ein verbessertes Flußeisen bezeichnen und aus diesem Grunde ist auch wieder die Bezeichnung Tiegelflußeisen nicht schlecht; aber ich wiederhole, es ist falsch, Martin- oder Bessemer-Stahl im unumgeschmolzenen Zustande mit dem gleichen Namen zu belegen.

In neuester Zeit ist vielfach die elektrische Umschmelzung unter Luftsabfluß an die Stelle der Tiegelschmelzung getreten.

Zur elektrischen Schmelzung, zu welcher auch stets nur ein bereits fertiges Eisen, wie zur Tiegelschmelzung gebraucht wird, muß der elektrische Strom in Wärme umgesetzt werden. Dies geschieht entweder durch den Lichtbogen oder durch Induktion.

Den Lichtbogen hat zuerst Stassano mit Erfolg angewendet, indem er einen Schachtofen mit Kohlenelektroden benutzte. Das Material wird oben aufgegeben, angewärmt und sinkt durch den Lichtbogen, in dem es geschmolzen wird, auf den Boden, von wo es abgestochen wird.

Ein zweiter Lichtbogenofen ist der von Héroult, welcher in Fig. 13 abgebildet ist.

Der als Rippofen gebaute auf Wiegen stehende Ofen HH ist ähnlich einem Martin-Ofen eingerichtet. Zwei Kohlenelektroden E, deren Stellung durch die Zahnstange R mittels der selbsttätigen

Vorrichtung *P* regelbar ist, bringen durch das Gewölbe *H* ein und geben durch das Schlackenbad hindurch mit dem flüssigen Eisen Lichtbogen von hoher Temperatur.

Der dritte Ofen wirkt nur durch Induktion. Er ist ursprünglich von *Rjell* in erdacht und von *Röchling* wesentlich verbessert worden. (*Röchling - Röhrenofen*).

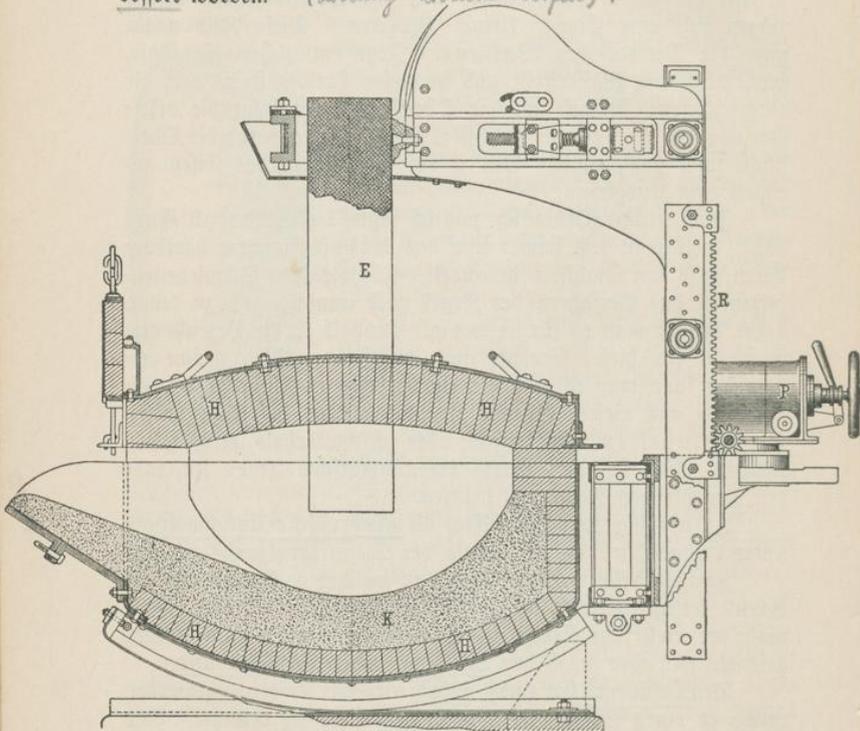


Fig. 13. Nach *Wedding*, *Eisenhüttenkunde*.

Fig. 14 stellt ihn dar. Der Magnet *C* mit der Wicklung *D* liefert den Strom, welcher durch Induktion das in dem kreisförmigen Raum *A* enthaltene Eisen erhitzt. Die Deckel *B* machen den Kanal zugänglich. Der verbesserte Ofen hat zwei Räume, die sich in der Mitte zu einem weiten Herde vereinigen, in dem bequem gearbeitet werden kann.

Da das Umschmelzen des festen Eisens zu viel Energie erfordert, benutzt man bei den Héroult- und den Induktionsöfen am besten bereits geschmolzenes Eisen, welches man der Regel nach aus den Martin-Öfen oder den Thomas-Öfen entnimmt.

Der Elektrostaahl hat z. T. andere Eigenschaften als der Tiegelstaahl, was der sehr hohen Temperatur zuzuschreiben ist.

#### Rückblick.

Nun gestatten Sie mir, Ihnen noch einmal einen kurzen Überblick über alle Verfahren, die wir kennen gelernt haben, zu geben.

Die Natur liefert dem Eisenhüttenmann die Erze. Die Erze sind Eisenoxyde, mit verschiedenen Stoffen verbunden, die

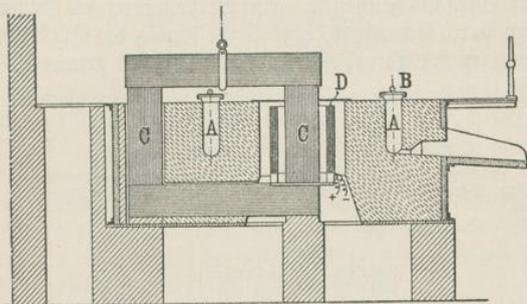
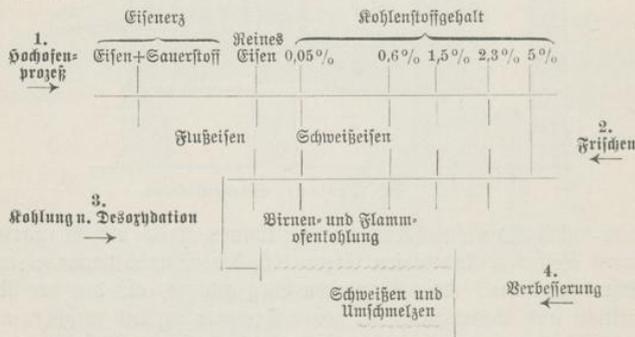


Fig. 14. Nach Webbing, Eisenhüttenkunde.

teils durch Rösten entfernt werden können, teils als Bergarten darin bleiben. Aus diesen Erzen soll der Eisenhüttenmann das Eisen gewinnen. Keinen anderen Weg gibt es, als den der Reduktion und Schmelzung bei hoher Temperatur, bei welcher aus den Eisenerzen im Hochofen hochgepöhltes Eisen, Roheisen, und aus den Bergarten und Zuschlägen Schlacke erschmolzen wird. Zu dem Zwecke schüttet man die Erze und Zuschläge abwechselnd mit Koks oben in den Hochofen ein und verbrennt unten durch erhitzten Wind die Koks zu Kohlenoxyd, welches die Reduktion bewirkt. Mit den Gasen, die aus der Gicht ausströmen, erhitzt man den Wind und treibt durch Vermittlung von Dampf- oder Gasmaschinen die Gebläse. Die Schlacke gestattet nur untergeordnete Verwertung, das Roheisen aber dient als Grundstoff teils für die Herstellung von Gußwaren, teils, und zwar in weitaus

größerer Menge, zur Darstellung von schmiedbarem Eisen. Hierzu ist die Oxydation mindestens eines Teils des Kohlenstoffes und aller anderen dem Roheisen durch den Hochofenprozeß einverleibten Elemente notwendig. Das geschieht durch das Frischen. Mit dem Puddelverfahren kann man zwar ein mit dem erwünschten Kohlenstoffgehalt versehenes, aber nur ein mit Schlacke reichlich gemengtes Schweißeisen erzielen, mit dem sauren und basischen Bessemer-Prozeß dagegen ein zwar ganz kohlenstoffreies, leider etwas sauerstoffhaltiges, aber dafür auch schlackenfreies Eisen erhalten, welches deshalb noch eines weiteren Verfahrens, des Kohlens- und Desoxydationsverfahrens bedarf. Im mit Wärmespeichern versehenen Flammofen erhält man durch den Martin-Prozeß, d. h. durch das Zusammenschmelzen von Roheisen und Schrott, ebenfalls Flußeisen. Eine Verbesserung des Schweißeisens läßt sich durch Schweißen, eine Verbesserung des Flußeisens durch Umschmelzen im Tiegel oder elektrischen Ofen erlangen.

Man kann sich diese Vorgänge recht gut zeichnerisch darstellen:



Man muß sich vergegenwärtigen, daß in der Technik nicht für alle Zwecke die besten Stoffe gebraucht werden müssen. Man wird daher mit dem Preise zu rechnen haben. Kommt es darauf an, ein ganz vorzügliches Messer, eine Schere oder einen Meißel herzustellen, so muß man den Gußstahl wählen; für andere Zwecke, z. B. für Eisenbahnwagenachsen genügt Martin-Flußeisen, für Eisenbahnschienen, Träger, Winkelleisen, gebraucht man Bessemer-Flußeisen. Die feinsten Bleche, die besten Drähte, Gewehrläufe usw. erfordern Tiegelflußeisen, Kanonen und Panzerplatten

Lassen sich aus Martin-Flußeisen, Schwellen für Eisenbahnen aus Bessemer-Flußeisen herstellen.

Will man einem schmiedbaren Eisen besondere Elemente, z. B. Nickel für Panzerplatten, Wolfram für Werkzeuge, Chrom für Hochstempel zuführen, so geschieht dies im Martin-Ofen, im Gußstahliegel oder im elektrischen Ofen, indem man das betreffende Element im reduzierten Zustande dem sonst fertigen Flußeisen zufügt.

## Achte Vorlesung.

### Formgebung, Härtung, Rost.

#### A. Formgebung.

Wollte der Eisenhüttenmann das Eisen, welches er dargestellt hat, in Klumpen beliebiger Form verkaufen, so würde es ihm niemand abnehmen. Nur das Roheisen kann in annähernd beliebiger Gestalt, als Masseln, in den Handel gehen, von allem anderen Eisen verlangt der Käufer eine bestimmte Form.

Der Hüttenmann ist demnach gezwungen, seinem Eisen als Handelsprodukt eine ihm vom Abnehmer vorgeschriebene Gestalt zu geben und dazu bedarf er einer Reihe von Arbeiten, welche wir Formgebungsarbeiten nennen wollen.

Die Formgebungsarbeiten sind es, die uns heute ganz besonders beschäftigen werden, aber wir werden nicht umhin können, daran auch die Betrachtung der Eigenschaften des Eisens in den verschiedenen Gestalten einer Erörterung zu unterwerfen. Sie müssen sich dabei immer vergegenwärtigen, daß wir es mit den beiden ganz verschiedenen Eisenarten zu tun haben, dem kohlenstoffreichen Roheisen, welches leicht schmilzt, aber spröde ist, und dem kohlenstoffärmeren, schmiedbaren Eisen, welches schwer schmilzt, aber schmiedbar ist.

Die Formgebungsarbeiten zerfallen in zwei große Gruppen, in solche, die sich auf die Schmelzarbeit stützen und welche darauf beruhen, daß das geschmolzene Eisen in Formen gegossen wird, in denen es erstarrt, um die Gestalt der Form anzunehmen, und in solche, die sich auf die Schmiedbarkeit stützen, d. h. auf die Möglichkeit, das Eisen durch Druck in die gewünschte Form zu bringen.



## 1. Schmelz- und Gießarbeit.

Da sich das Roheisen nicht schmieden läßt, so beruht die einzige Möglichkeit, es in bestimmte Gestalten überzuführen, auf dem Guße in Formen. Man nennt das Erzeugnis Gußwaren, Gußwaren hat man seit der Erfindung des Hochofenprozesses am Ende des 15. Jahrhunderts hergestellt.

Schmiedbares Eisen zu schmelzen gelang allerdings durch die Tiegelarbeit (Gußstahlerzeugung) schon im Anfange des 19. Jahrhunderts, aber die damit erhaltenen Mengen waren stets klein und verlangten der Regel nach für größeren Guß das Zusammenschütten des Inhalts vieler Tiegel. Erst als durch Bessmers Erfindung in der Birne oder mit der Benutzung der Siemensschen Wärmespeicher im Flammofen Flußeisen erzeugt werden konnte, gelang es auch aus geschmolzenem schmiedbarem Eisen Waren in beliebiger Größe und Menge herzustellen, und diese nennt man Flußwaren.

Naturgemäß ist es viel leichter, das Roheisen zu schmelzen, und es in Formen zu gießen, als das schwer schmelzbare, schmiedbare Eisen, besonders, wenn es einen nur geringen Kohlenstoffgehalt besitzt, d. h. nicht Stahl, sondern Schmiedeseisen ist.

Wenden wir uns zuerst zu der Darstellung der Gußwaren.

## a) Darstellung der Gußwaren.

Zur Herstellung der Gußwaren benutzt man im allgemeinen nur das siliziumhaltige, daher graphitische, d. h. graue Roheisen; fehlt es an Silizium, so setzt man Ferrosilizium oder schwarzes Roheisen, hat man einen Überfluß an Silizium, so setzt man weißes Roheisen, selbst Abfälle von schmiedbarem Eisen hinzu. Phosphorhaltiges Roheisen braucht man zu Geschirren oder Kunstguß, manganhaltiges für Hartguß, schwefelhaltiges vermeidet man ganz.

Das Roheisen schmilzt man der Regel nach in zylindrischen Schachtöfen, welche man Kuppelöfen nennt und in deren Schacht man von oben abwechselnd Roheisen und Koks füllt, während nahe dem Boden Wind hineingeblasen wird.

Hier ist der Vorgang ein einfaches Schmelzen, es gehen also nicht wie im Hochofen wesentliche chemische Veränderungen vor.

Das geschmolzene Roheisen, welches die erforderliche Wärme

haben muß, sticht man dicht über dem Boden oder aus einem vor dem Ofen angebrachten Sammelkasten in Kellen oder Pfannen ab und gießt es in vorbereitete Formen.

Diese Formen können vierfacher Art sein, gewöhnlich stellt man sie aus Sand her. Ein solcher Sand muß eine besondere Beschaffenheit haben. Er muß aus eckigen Körnern bestehen und ein wenig toniges Bindemittel besitzen. Dieser Sand würde aber, wenn man ihn zu Formen stampft oder preßt, zu dicht sein. Deshalb mischt man ihn mit Kohlenstaub und erhält dadurch ein poröses Gemisch. Dasselbe wird mit Wasser angefeuchtet, so daß es auch in den senkrechten und überhängenden Teilen der Form fest steht; man nennt es dann grünen Sand. Diesen Sand stampft man um Modelle, die gewöhnlich aus Holz bestehen. Der Sand wird von eisernen Rahmen (Formkästen) zusammengehalten. Aber das Modell muß wieder aus dem Formkasten herausgenommen werden können, um den Hohlraum zu erzeugen, der mit Eisen ausgefüllt werden soll. Die Form kann daher nicht aus einem Stück bestehen.

Um eine Teilung zu erreichen, ohne daß der Sand der einzelnen Teile zusammenklebt, formt man in mehreren Kästen oder Läden, welche durch Ofen und Stifte genau aufeinander gepaßt werden, stampft den entsprechenden Teil des Modells in einen Kasten ein, streut auf die Oberfläche ganz trockenen Sand (Streu sand) oder Tonmehl, auch Lycopodium, setzt den weiteren Teil des Modells und einen zweiten Kasten auf, stampft wieder ein usf. Sodann nimmt man die Kästen auseinander und das Modell im ganzen, oder in einzelnen Teilen heraus. Dazu gehört selbstverständlich, daß der größte Querschnitt des Modells stets auch an der Teilungsebene der Formkästen liegt. Das richtig zu machen ist eine der Hauptaufgaben des Formers. Ist das Modell herausgenommen, so bessert man etwa entstandene Fehler der Form aus, bestäubt die Flächen mit Graphit oder Holzkohlenpulver und glättet sie sauber.

Eine jede Form muß nun auch noch eine Öffnung haben, durch welche man das flüssige Eisen eingießen kann, den Einguß, und ferner muß, da ja in dem von dem Modell befreiten leeren Raum Luft enthalten ist, dafür gesorgt werden, daß diese Luft bei dem Guß entweichen kann. Dazu muß ebenfalls mindestens eine Öffnung, welche von dem höchsten Teile der Form ausgeht, vorhanden sein. Eine solche Öffnung oder Röhre nennt man

Windpfeife. Man ersetzt die Windpfeife bei kleineren Formen durch mit einer Nadel eingestößene Löcher.

Hat man viele gleiche Gegenstände zu formen, so befestigt man die Modelle auf Formplatten und hebt diese mechanisch aus der Form. Man nennt die dazu gebrauchten Vorrichtungen, ebenso die Vorrichtungen zum Zusammenpressen des Sandes Formmaschinen.

Die so fertiggestellte Form wird, damit das Eisen die einzelnen Teile nicht auseinanderhebt, beschwert und kann dann mit flüssigem Eisen gefüllt werden, welches darin erstarrt.

Bei weitem die meisten Gußwaren werden so hergestellt. Für andere bedient man sich statt des Sandes eines tonreicheren Formstoffes, welchen man Masse nennt. Diese Masse gibt eine festere Form und wird daher besonders für größere Stücke benutzt; aber die Masse hat den Nachteil, daß die Form viel teurer wird, weil die Form getrocknet werden muß, was bei den Sandformen fortfällt. Dagegen ist die Masse unentbehrlich für die Herstellung der Kerne. Will man nämlich in einer Sandform ein hohles Stück herstellen, z. B. ein Rohr, so kann man den den Hohlraum bildenden Teil nicht aus Sand formen. Derselbe würde zusammenbrechen; deshalb legt man ein entsprechendes Massenstück ein.

Ein dritter Formstoff ist der Lehm. Für sehr große Stücke kann man weder Sand noch Masse gebrauchen. Dampfcylinder und ähnliche Gegenstände muß man in Lehm formen. Der Lehm ist ein eisenhüssiger Ton, der wie Masse getrocknet (gebrannt) werden muß. Er würde aber zu dichte Formen geben; deshalb mengt man ihn einerseits mit etwas Sand und andererseits mit organischen Stoffen, welche nachher verkohlen. Unter den vielen, hierzu benutzten Stoffen hat sich keiner so gut bewährt, wie Pferdedünger.

Diese Lehmformen werden, wie die Masseformen, der Regel nach nicht nach Modellen, sondern mit Schablonen, oder auch aus freier Hand hergestellt. Beide Arten von Formen werden nach der Trocknung mit Schlich, einem aus Kohlenstaub und Ton angerührten Brei überstrichen. Die Kerne werden in die Formen, in denen zu ihrer Auflagerung freie Stellen, sogenannte Kernmarken ausgespart sind, gelegt.

Die Stoffe der Formen, sowohl der Sand, wie die Masse und der Lehm sind Körper, welche wir als schlechte Wärmeleiter bezeichnen, d. h. die Wärme wird durch sie nur langsam auf-

gent  
solch  
Bese  
sam  
grau  
und  
teres

oder  
Bru  
Man  
grau  
am  
halb  
Eise  
die  
und

Der  
soll  
solle  
lasse  
die  
Mo  
eiser  
ist d  
nach  
Eise  
lang  
dage

auch  
habe  
berg  
tige  
befe  
welc  
Sun

genommen und fortgeleitet. Gießt man das geschmolzene Eisen in solche Formen, so wird das eingegossene Eisen im wesentlichen die Beschaffenheit beibehalten, die es vorher hatte, d. h. als ein langsam abgekühltes Eisen mit Graphitabscheidung erscheinen, wieder grau auf dem Bruche fein und sich daher leicht drehen, bohren und hobeln lassen. Durch das Umschmelzen hat es nur ein dichteres Gefüge erhalten und der Graphit ist feiner verteilt.

Aber es kommen auch Fälle vor, in denen das gegossene Eisen, oder wenigstens einige Teile desselben grafitfrei, d. h. weiß im Bruche, fein sollen. Solche Gußwaren nennt man Hartguß. Man benutzt zu ihnen ein Eisen, welches beim langsamen Erstarren grau, beim plötzlichen Erstarren weiß wird, und das erreicht man am besten durch Verwendung eines silizium- und manganarmen, halbierten Roheisens; die Formen macht man dann aus Eisen. Eisen ist, wie alle Metalle, ein guter Wärmeleiter; das in die Form kommende Gußeisen erstarrt daher plötzlich, wird weiß und daher hart.

Nehmen Sie an, es sollte eine Hartwalze gegossen werden. Der Mantel soll hart, die Zapfen hingegen sollen weich sein, daher soll die Außenseite des Mantels aus weißem Eisen, die Zapfen sollen dagegen aus grauem bestehen, denn sie müssen sich abdrehen lassen. Für die Form des Mantels wendet man daher Eisen, für die Form der Zapfen Sand oder Masse an. Man formt das Modell aufrechtstehend ein, in der Mitte, am Mantel, bildet ein eiserner, hohler Zylinder die Begrenzung, oben und unten dagegen ist die Form aus Sand oder Masse gestampft. Das der Regel nach ganz unten durch tangentialen Röhren eingeführte, geschmolzene Eisen steigt aufwärts, kühlt an der die Zapfen umgebenden Masse langsam, am eisernen Ring dagegen schnell ab; die Zapfen bleiben daher weich, der Mantel wird hart.

In dieser Weise stellt man nicht nur Hartwalzen her, sondern auch Spitzgeschosse, die eine harte Spitze und einen weichen Mantel haben sollen, um Nuten ausdrehen, in den Boden die Ränder und dergleichen einpassen zu können; und ebenso formt man jene mächtigen Panzerstücke, die zur Bedeckung der Schießtürme bei Landbefestigungen dienen sollen. Man gießt sie in einer eisernen Schale, welche die Außenfläche des Gußstückes hart macht, während das Innere, von einer Sandform begrenzt, weich bleibt.

Man formt also in Sand, Masse, Lehm oder Eisen.

## b) Darstellung der Flußwaren.

Nun wenden wir uns zum Guß des schmiedbaren Eisens. Geschmolzenes Flußeisen hatten wir aus der Bessemer-Birne, aus dem Flammofen, aus dem Tiegel oder aus dem elektrischen Ofen erhalten. Auch dieses flüssige, schmiedbare Eisen gießt man jetzt in Formen, um fertige Gebrauchsstücke (Flußwaren) zu erhalten. Die meisten Formen für diese Flußwaren kann man aber weder in Sand, noch in Masse, noch in Lehm herstellen, sondern Flußwaren kann man nur in einer Form gießen, deren Stoff sehr feuerfest ist, nicht an das Eisen anerschmilzt und es nicht porös macht. Dieser Formstoff wird genau so zusammengesetzt wie die Masse für die Tiegel bei der Gußstahlfabrikation, d. h. aus einem Gemisch von Graphit, rohem Ton und gebranntem Ton (Schamott). Die daraus um Modelle oder mit Schablonen hergestellten Formen müssen stark getrocknet, ausgebeffert, nochmals getrocknet, endlich mit Graphit ausgeglättet werden.

Die Flußwaren-Darstellung beginnt sich in der Neuzeit den Bedürfnissen des Maschinenbaus immer mehr anzupassen und hier die Gußwaren zu verdrängen. Woran mag das wohl liegen? Die Festigkeit einer Flußware ist so sehr viel größer, als die einer Gußware (35—48 kg gegen 12—23 kg auf 1 qmm), so daß man bei gleicher Festigkeit die Flußwaren viel dünner machen kann als die Gußwaren. Man gießt daher große Maschinenteile, z. B. Zahnräder, Wellen, Kurbelachsen, selbst Dampfzylinder aus Flußeisen.

Das Hindernis, welches sich der allgemeinen Verwendung des Flußeisens an Stelle des Gußeisens entgegenstellt, liegt in der Schwierigkeit, die Flußwaren blasenfrei herzustellen. Die früher angeführten Mittel, namentlich der Zusatz von Silizium und Aluminium sind dazu unentbehrlich.

Wenn man das Flußeisen durch Druck weiter verarbeiten, namentlich verwalzen will, dann gießt man es nicht in Masse sondern in eiserne Formen, sogenannte Schalen (Coquillen). Das Gießen geschieht auf folgende Weise. Die Formen haben meist die Gestalt abgestumpfter, schlanker, oben und unten offener Pyramiden. Diese stehen auf Unterlagsplatten. Man gießt entweder von oben, oder läßt das Eisen von unten einlaufen und verwendet dann dazu einen besonderen Eingußtrichter, welcher sich durch Kanäle in vier, acht, zwölf oder sechzehn Formen verteilt. Man

nennt das letztere Verfahren aufsteigenden Guß. Sämmtliche Formen füllen sich dann gleichzeitig.

Wie man aber überhaupt gießt, dabei will ich einen Augenblick verweilen.

Flußeisen sammelt man, wie Gußeisen, zuerst in einer Pfanne, während man aber die Pfanne bei der Herstellung von Gußwaren kippt, läßt man das Flußeisen durch ein Ventil im Boden der Pfanne in die Formen fließen, um jede Verunreinigung durch Schlacke zu vermeiden.

Ein Kran der gewöhnlich hydraulisch oder elektrisch bewegt wird, manchmal um eine Zentralachse schwingt, manchmal auf einer Lokomotive angebracht ist, führt die gefüllte Pfanne in die Gießhalle und über die Formen.

Bei jedem Guß ist es nötig, darauf zu achten, daß nicht Gase, namentlich nicht Luft, mitgerissen werden und in die Form gelangen, wo sie Blasenräume hervorrufen würden.

Der Strahl des in die Form fließenden Eisens darf niemals aufhören. Am schwierigsten ist daher das Gießen, wenn man die Form aus vielen Tiegeln füllt; der zweite Tiegel muß stets seinen Inhalt zu entleeren beginnen, bevor der erste Tiegel ganz entleert ist.

## 2. Schmieden, Walzen, Pressen.

Der Formgebung durch Druck kann nur das schmiedbare Eisen unterliegen. Die allgemeine und älteste Art der Formgebung ist das Schmieden, d. h. eine Veränderung der Form des auf einer festen Unterlage, dem Amboss liegenden Eisens durch das Schlagen mittels eines Hammers. Auch heutigentags gibt es noch eine Menge von Arbeiten zur Formgebung, welche auf keine andere Weise als durch Hämmern oder Schmieden ausgeführt werden können; aber vielfach ist an die Stelle des durch die Faust geschwungenen Hammers der mechanisch, gewöhnlich durch Dampf bewegte Hammer getreten.

So zängt man die Puddelluppen und dichtet die Flußeisenblöcke durch Dampfhammer. Diese mechanisch bewegten Hämmer sind oft recht groß und schwer, bis zu 150 t Fallgewicht. Ihr Fall auf das zu schmiedende Eisen ruft starken Lärm und heftige Erschütterungen hervor, die sich weit durch den Erdboden fortpflanzen. Um dies möglichst zu verhüten, stellt man die Unterlage des Ambosses (den Ambossstock) aus einem schweren Gußstück

her und trennt sie und das Fundament durch eine Luftschicht vom umgebenden Erdboden.

Das Eisen, welches man schmieden will, darf nur selten kalt sein, der Regel nach verarbeitet man es heiß, weil dann seine Theilchen leichter gegeneinander verschiebbar sind, also die Gestalt sich leichter ändern läßt.

War das Eisen kalt, so erhitzt man es in Schmiedeseuern oder Glühöfen, ist es dagegen ungleich warm, z. B. an der äußeren Kruste kälter, was der Regel nach bei gegossenen Flußeisenblöcken (mit einem schlechten Fremdworte Zugsots genannt) der Fall ist, so sucht man die Wärme möglichst auszugleichen.

Zu diesem Zwecke gibt es zwei Vorrichtungen, welche man Ausgleicher nennt. Die erste besteht aus Vertiefungen, welche in die Hüttensohle eingelassen und mit feuerfesten Steinen ausgefüllt sind. Sind die Wandungen heiß, so bringt man die frisch gegossenen und nach dem Erstarren der Stücke aus ihrer Form gelösten Blöcke hinein und bedeckt die Ausgleichgrube mit einem Deckel. Die Wandungen geben Wärme ab und so gleicht sich die Wärme innen und außen aus.

Eine zweite Methode ist die, daß man die Blöcke in Öfen bringt, welche entweder eine geneigte Sohle haben, auf der sie beim Herausziehen der unteren Blöcke hinabrollen, weshalb die Öfen Kollöfen heißen, oder eine ebene durch wassergefüllte Röhren gebildete Sohle besitzen, auf der die Blöcke fortgeschoben werden und die Stoßöfen genannt werden. Diese Öfen werden geheizt und die Flamme erfüllt hier den Zweck der heißen Ofenwände der ersten Einrichtung.

Das meiste Eisen, vorzüglich alles, welches in Stangen oder Bleche, von in der Längsrichtung gleichem Querschnitt übergeführt werden soll, wird gewalzt, es mag Schweiß- oder Flußeisen sein. Ein jedes Walzwerk besteht aus mindestens zwei, mit ihren wagerechten Achsen senkrecht übereinanderliegenden, in umgekehrter Richtung gegeneinander sich drehenden Zylindern (Walzen). Häufig sind statt zweier Walzen drei übereinander angeordnet, von denen dann die unterste und oberste in gleicher Richtung, die mittlere in umgekehrter Richtung sich umdrehen.

Diese Walzen ruhen mit Zapfen in Lagern, die in Ständern angeordnet sind. Die zwischen zwei Ständern angebrachten Walzen nennt man ein Walzwerk. Der Regel nach sind mehrere Walzwerke nebeneinander angebracht und werden durch eine Maschine

bewegt. Die Maschine dreht eine Welle, auf der ein Zahnrad sitzt, von welchem die Bewegung durch weitere Zahnräder auf die übrigen Walzen übertragen wird. Die verschiedenen Walzwerke dagegen sind miteinander durch Kuppelungen verbunden.

Die Walzen sind teure Gegenstände; beim Walzen muß man daher darauf achten, daß keine Walze bricht, und damit das vermieden wird, auch wenn ein zufälliges Hindernis eintritt, legt man auf das obere Lager sogenannte Brechböcke. Diese sind schwer zu berechnen: man muß genau die Kraft kennen, welche übertragen wird. Wenn gewalzt wird und das Eisen größeren Widerstand gegen das Zusammendrücken entgegensezt, als die Walze verträgt, so bricht nur dieser Teil und nicht eine der Walzen oder einer der Zapfen.

Im allgemeinen gibt es zwei Arten von Walzen, nämlich solche, die dazu dienen Stabeisen zu walzen, und solche, welche zur Blecherzeugung benutzt werden. Unter Stabeisen versteht man nicht etwa das, was man im gewöhnlichen Handel und Wandel Stäbe nennt, sondern Eisen, welches in seiner ganzen Länge den gleichen Querschnitt hat; dazu gehören erstens die Handelseisensorten, z. B. Flacheseisen, Quadrateisen, Rundeisen, zweitens auch die Formeisenarten, z. B. Eisenbahnschienen, Trägereisen, Winkelseisen, T-Eisen, U-Eisen. Die hierfür benutzten Walzen liegen ein für allemal fest und sind mit Einschnitten, Furchen, versehen, welche den Querschnitt des Eisens bedingen.

Eine zweite Art der Walzen sind die Blechwalzen. Unter Blech versteht man ein Eisen, welches eine verhältnismäßig große Oberfläche im Gegensatz zu seiner Dicke hat. Diese Walzen sind leicht verstellbar, da man sie nach jedem Durchgange des Eisens einander nähern muß, dagegen sind ihre Mäntel glatt, d. h. ohne Furchen.

Trotz dieser Verschiedenheit der Walzwerke für Stabeisen und für Blech, sind doch die Grundzüge des Walzverfahrens gleich.

Durch jedes Walzwerk soll ein Eisen von einem bestimmten Querschnitte, welcher einerseits durch die Größe des aus der Duppe gehämmerten Kolbens, andererseits durch die Größe des aus Flußeisen gegossenen Blockes bedingt ist, in ein Gebrauchsstück umgewandelt werden, welches einen kleineren Querschnitt, dagegen eine verhältnismäßig große Länge, beim Blech auch gleichzeitig eine große Breite hat.

Das geht nun folgendermaßen vor sich:

Denken Sie sich zwei, sich in entgegengesetzter Richtung drehende Walzen, deren Mäntel in der senkrechten Ebene, in welcher ihre Achsen liegen, einen bestimmten Abstand haben, z. B.  $a$  in untenstehender Figur 15. Schiebt man gegen diese Walzen ein Stück Eisen so, daß der Abstand der Mittellinie oben und unten gleich ist, so entsteht an den beiden Berührungspunkten  $b$  und  $c$  Reibung, welche das Eisen mitzunehmen bestrebt ist. Fällt

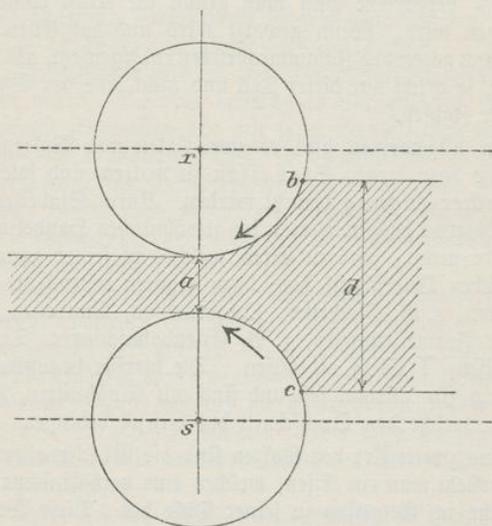


Fig. 15.

nun die Kraft der Reibung größer aus, als der Widerstand ist, welchen das Eisen gegen das Zusammendrücken (Strecken) ausübt, so wird das Eisen mitgenommen und in seine Dicke  $d$  bis auf den Abstand der Walzenmäntel  $a$  verkleinert. Da es aber seinen Gehalt nicht ändert, muß es um das entsprechende Maß länger werden.

Genügt die Kraft der Reibung aber nicht, ist z. B. die Dicke  $d$  gleich dem Abstand der Achsen  $xy$ , so bleibt das Eisen einfach liegen und kann nicht gestreckt werden. Daraus ist ersichtlich, daß ein bestimmtes Verhältnis vorhanden sein muß zwischen der Höhe

des Eisens, dem Durchmesser der Walzen und dem Abstände der Walzenmäntel in der senkrechten Ebene. Dieses Verhältnis richtet sich nach der Art des Eisens, namentlich nach dem Kohlenstoffgehalte und nach der Temperatur, und wird in jedem einzelnen Falle durch Erfahrung ermittelt. Wenn man glatte Walzen hat, so kann man den Abstand beliebig verändern und dadurch stets das richtige Verhältnis schaffen, wie es tatsächlich beim Blechwalzen geschieht; wollte man aber ebenso eine Eisenbahnschiene machen, so ginge das nicht an, denn die Eisenbahnschienen sollen eine ringsum scharf begrenzte Form haben; man müßte daher, da man deshalb die Walzen nicht nach jedem Durchgange verstellen kann, so viel einzelne Walzenpaare nebeneinanderlegen, als nötig sind, um bei jedem einzelnen Durchgange des Eisens das richtige Verhältnis einzuhalten, z. B. zwölf Walzenpaare zum Walzen der Eisenbahnschiene aus einem Flußeisenblock. Um das zu vermeiden, nimmt man nicht glatte Walzen, sondern schneidet in dieselben Furchen (Kaliber) ein, deren jede gewissermaßen ein Walzwerk vertritt. Es nimmt dann jeder folgende Einschnitt an Höhe ab, oder, wenn das Eisenstück vor dem folgenden Durchgange um einen rechten Winkel gewendet werden kann, so ist die Höhe der folgenden Furche kleiner, als die Breite der vorhergehenden.

Ich will nun aber gleich hinzufügen, daß, ich möchte sagen: glücklicherweise, das Eisen bei dem Durchgange durch die Walzen zwar hauptsächlich gestreckt, aber auch ein klein wenig in der Breite vergrößert wird. Das nennt man das Breiten beim Walzen. Deshalb muß jede folgende Furche ein wenig breiter als die vorhergehende sein, oder mit anderen Worten, jede folgende Furche ist so eingerichtet, daß sie der Breitung des Eisens Rechnung trägt.

Die Breitung ist gering gegen die Streckung, aber man muß auf sie achten, und sie hat den großen Vorteil, daß das Eisen sich scharf gegen die Seiten der Einschnitte legt, sonst würde man keine scharf begrenzten Querschnittsformen walzen können. Die allgemeine Regel ist also: Bei gleicher Lage des Eisenstückes ist jede folgende Furche niedriger, aber breiter als die vorhergehende.

Hat die eine Walze eines Paares einen größeren Durchmesser als die andere, so streckt sie das Eisen auf der ihr zugekehrten Seite stärker, und dann legt sich das Eisen bei dem Austritt aus der Furche nach der Walze mit kleinerem Durchmesser zu um. Um Umbiegungen nach oben zu vermeiden, macht man

deshalb die obere Walze stets etwas stärker und verhütet die Umbiegung des Eisens nach unten durch zugeschrägte Meißel (Abstreifmeißel), welche man in die Furchen einlegt.

Zuweilen wendet man, wie ich vorher sagte, statt zweier drei Walzen übereinander an. Das nennt man einen Drilling, im Gegensatz zum Zwilling. Die Drillingswalzwerke haben mancherlei Vorzüge. Bei zwei Walzen muß das Eisen nach dem Durchgange durch die Walzen wieder zurückgehoben werden, um es in die nächste Furche zu bringen, es sei denn, daß man die Bewegungsrichtung der Walzen umkehrt (Kehr- oder Reversierwalzwerk). Haben wir dagegen einen Drilling, dann kann man das Eisen in die erste Furche von der einen Seite, in die zweite Furche von der anderen Seite einführen. Daher kann man mit einem Drillingswalzwerke viel schneller arbeiten, und man wendet Drillinge überall an, wo man nur irgend kann, um die Arbeit abzukürzen und zu erleichtern.

Ebenso wendet man beim Blechwalzen Drillingswalzwerke an. Beim Blechwalzen kommt noch eine andere Aufgabe ins Spiel, das Blech soll in Breite und Länge gleich fest sein. Aus diesem Grunde walzt man es erst so lang, als der Breite des künftigen Blechs entspricht, und dann erst auf die geforderte Länge. Das nennt man das Kreuzwalzen.

Die Walzarbeiten spielen heutigentags die größte Rolle bei der Formgebung des schmiedbaren Eisens, und nur solche Formen, welche sich durch Walzarbeit nicht herstellen lassen, werden durch Schmieden oder Pressen hervorgerufen.

Bei sehr großen Gegenständen aus schmiedbarem Eisen muß zudem ein dauernderer Druck gegeben werden, als er durch Walzen oder durch Hämmern erzielt werden kann. Dazu wendet man hydraulische Pressen an. Man drückt das Eisen durch einen vermittelst gepreßten Wassers bewegten Kolben zusammen und läßt es längere Zeit unter diesem Drucke ruhen; dann pflanzt sich der Druck bis in das Innere fort und aus diesem Grunde pflegt man für Gegenstände, die große Sicherheit erfordern, wie Kanonenrohre, Schiffswellen usw. die hydraulische Pressung der Bearbeitung mit dem Hammer vorzuziehen, durch welche allerdings eine dichtere Oberfläche erzielt werden würde. Es ist erklärlich, daß solche unter der hydraulischen Presse bearbeiteten Eisenstücke wegen der Langsamkeit der Arbeit immer teurer werden müssen, als solche, welche unter dem Hammer bearbeitet werden konnten.

## B. Härten des Stahls.

Zuweilen kommt der Eisenhüttenmann in die Lage, den Stahl, den er hergestellt und den er auch in bestimmte Gestalten gebracht hat, selbst zu härten.

Sie erinnern sich vor allen Dingen, daß Stahl nichts weiter ist als ein schmiedbares Eisen von einem bestimmten Kohlenstoffgehalte. Man kann deshalb auch vom Stahl keine anderen Eigenschaften erwarten, als ihm seinem Kohlenstoffgehalte nach zukommen; aber unter diesen Eigenschaften spielt in einzelnen Fällen die Härbarkeit eine große Rolle, namentlich bei allen Werkzeugen.

Man erhitzt zum Zwecke des Härtens den Stahl bis zur hellen Kirschrotglut, einem Wärmegrade, bei dem aller Kohlenstoff in Form der Härtungskohle (vgl. S. 41) vorhanden ist. Dann kühlt man ihn plötzlich ab, und von der Plötzlichkeit der Abkühlung hängt es ab, ob mehr oder minder Kohlenstoff in der Form der Härtungskohle verbleibt oder in die Form der Karbidkohle übergeführt wird.

Hat indessen ein Eisen 0,6 bis 1,5% Kohlenstoff, so kann man sicher sein, bei plötzlicher Abkühlung in kaltem Wasser so viel Kohlenstoff als Härtungskohle beizubehalten, daß der Stahl härter als Glas ist, dieses also ritzt.

Im Gegensatz zu der Härte des langsam abgekühlten Stahls, der Naturhärte, nennt man diese Härte Glashärte. Um sie zu erreichen, muß bei der Härtung eine ausreichende Menge der Flüssigkeit angewendet werden. Würde man ein kleines Gefäß benutzen, so würde das Wasser sofort warm werden und dem Eisen nicht schnell genug die Wärme entziehen. Am besten wirkt kaltes fließendes Wasser. Auch die Beschaffenheit des Wassers ist von Einfluß. Das destillierte Wasser ist ein verhältnismäßig schlechter Wärmeleiter, dagegen ein Brunnenwasser, welches ein wenig Gips enthält, ein guter Leiter. Man kann auch dadurch, daß man gewisse Säuren zusetzt, z. B. Schwefelsäure, das Wasser noch leitender machen. Im großen und ganzen härtet man stets auf den höchsten Grad der Glashärte, den man erreichen kann. Glasharter Stahl ist sehr spröde, und man kann ihn daher zu wenigen Zwecken gebrauchen.

Um einen Stahl von einer für den Gebrauch geeigneten Härte zu erhalten, führt man daher den glasharten Stahl wieder in einen weicheren Zustand über. Dazu gibt es ein sehr

gutes und sehr bequemes Mittel, welches man das Anlassen nennt. Man erhitzt den Stahl zu diesem Zwecke allmählich. Je wärmer er wird, um so mehr geht die Härtungskohle, die in ihm vorhanden war, wieder in Karbidkohle über, d. h. der Stahl wird weicher und weicher und erlangt endlich nach langsamer Abkühlung seine Naturhärte wieder.

Die Einhaltung der Temperatur, welche in jedem Falle nötig ist, wird glücklicherweise durch einen physikalischen Vorgang erleichtert. Wenn wir nämlich gehärteten Stahl mit blanker Oberfläche unter Zutritt der Luft erhitzen, dann überzieht er sich wie alles Eisen mit einer allmählich stärker werdenden, anfangs ganz dünnen Oxiduloxidschicht (Bläuspan), und diese dünne Schicht bricht das Licht in bestimmter Reihenfolge in den Regenbogenfarben. Wenn sie ganz dünn ist, entsteht eine gelbe Färbung, dann erscheint gelb (gelbrot), rot, rotblau, veil (blaurot), blau, dunkelblau, grün. Dann ist die Farbenreihe vorüber, das blanke Eisen erscheint wieder hell; nach einer kurzen Zeit bei wieder gesteigerter Temperatur tritt die Farbenreihe ein zweites, auch wohl ein drittes Mal auf. Man benützt indessen immer die erste Reihe der Anlauffärbungen. Gegenstände, die verhältnismäßig weich sein sollen, erhitzt man also, bis sie blau erscheinen, harte dagegen läßt man gelb anlaufen.

Beim Härten ändert der Stahl sein Volumen sehr wenig. Aber ein Stab, welcher eine verhältnismäßig große Länge zur Breite und Dicke hat, hat nach dem Härten seine Länge vermindert; wogegen sich die Dicke und Breite entsprechend vergrößert haben. Wenn die Gegenstände verschieden geformt sind, muß man sich immer darüber vergewissern, in welcher Richtung die Ausdehnung erfolgen wird. Ich will Ihnen ein Beispiel vorführen. Dieser Stab, welcher ursprünglich 20 cm Länge hatte, ist jetzt nach einer wiederholten Härtung nur noch 18 cm lang. Er war vorher ungefähr quadratisch, hatte eine Breite von 94 mm und eine Dicke von 91 mm. Beide Abmessungen sind so gewachsen, daß er fast dasselbe Volumen beibehalten hat. Genau ist er im Verhältnis von 7,81 auf 7,79 zurückgegangen.

Ein Stahlring wird nach dem Härten enger, er zieht sich zusammen. Aber die Dicke des Ringes ist vergrößert.

Da ein Stahlmeißel, wenn er glühend wird, seine Härte

einbüßt, so hat man Werkzeuge (Schnelldrehstähle) hergestellt, welche nicht weich werden. Das kann nicht durch Kohlenstoff, wohl aber durch Legierung mit Nickel, Chrom, Wolfram usw. erreicht werden.

### C. Rost.

Der Eisenhüttenmann mag sein Eisen noch so gut und rein hergestellt haben, vor seinem schlimmsten Feinde kann er es durch seine Zusammensetzung nicht schützen. Dieser Feind ist der Rost. Rost entsteht durch die gemeinschaftliche Einwirkung von Luft und Wasser auf metallisches Eisen und besteht aus wasserhaltigem Eisenoxyd, Eisenhydroxyd. Feuchte Luft oder lufthaltiges Wasser bringen Rost unwiderruflich hervor, während vollkommen trockene Luft oder vollkommen luftfreies Wasser gar nicht auf metallisches Eisen einwirken. Ich wiederhole: Rost ist der ärgste Feind des Eisens.

Sie müssen nicht glauben, daß ein Eisen etwa durch die Länge der Zeit des Gebrauchs allein zerstört werden kann.

Man hat früher angenommen, wenn man Eisen lange Zeit hindurch erschütterte, daß es dann bräche oder zerrisse; dies war ein Aberglaube, den zuerst der Eisenbahndirektor Wöhler zerstört hat. Er bog Eisenstäbe unzählige Male hin und her und zeigte, daß keiner derselben brach oder auch nur sein Gefüge änderte, wenn er nicht über die Elastizitätsgrenze hinaus beansprucht wurde. Wenn die Elastizitätsgrenze des Eisens durch irgendeine Wirkung überschritten wird, z. B. die einer Eisenbahnwagenachse durch Hindernisse auf den Schienen, auf welche die Festigkeit nicht berechnet war, so erleidet das Eisen eine Formveränderung und diese kann zu einer Zerstörung führen, mit welcher dann auch eine Veränderung des Gefüges, d. h. das Erscheinen eines feinen Kornes auf dem Bruche verbunden ist. Ein größeres Gefüge, d. h. eine größere Kristallbildung kann nur bei hoher Temperatur, d. h. beim Erglühen entstehen. Wenn keiner von diesen beiden Fällen eintritt, so bleibt das Eisen unverändert im Gefüge, tausend und abertausend Jahre hindurch. Das sogenannte Altern des Eisens ist eine Fabel. Über eine Brücke können tagtäglich beliebig viele Züge gehen, und sie kann ein Jahrhundert hindurch befahren werden, das Eisen ändert sich nicht, vorausgesetzt, daß die Brücke so richtig berechnet war, daß sie nicht überlastet wird, d. h. daß kein Teil über die

Elastizitätsgrenze hinaus gebogen wird. Man gibt bei allen Eisenkonstruktionen stets eine bestimmte Sicherheit, d. h. ein Übermaß an Stärke, welches verhindert, daß das Maß der Elastizitätsgrenze erreicht wird, auch wenn unvorhergesehene, aber verhältnismäßig kleine Mehrbeanspruchungen, als die erwarteten, vorkommen; aber natürlich kann der Erbauer für unerwartet hohe Beanspruchungen nicht eintreten. Wenn z. B. ein Drahtseil auf zehn Personen berechnet ist, und es steigen auf den Fahrstuhl zwanzig und nehmen noch eine Kiste voll Mehl mit, so wird das Seil reißen können. Gegen Leichtsinns und gegen Bösartigkeit gibt es eben keinen Schutz.

Ich sagte Ihnen aber: Trotz aller Berechnungen und Sicherheiten gibt es einen schlimmen Feind des Eisens, das ist der Rost, und über dessen Einfluß hat man noch nicht genügende Erfahrungen. Wir wissen nicht, wann einmal eine Eisenbahnbrücke und andere Eisenkonstruktionen durch Rost so angefressen sind, daß sie unbrauchbar werden. Der Rost, welcher sich am leichtesten in ganz feinen Spalten, z. B. an Nietstellen bildet, frißt stets weiter, dringt immer tiefer in das Eisen ein, bis er es endlich bis zum Kern zerstört hat. Es ist daher eine der wichtigsten Aufgaben beim Bau irgendeiner der Atmosphäre oder dem Wasser ausgesetzten Eisenkonstruktion, alle, auch die verborgensten Stellen, gegen Rost zu schützen, namentlich aber solche, zu denen man nach der Fertigstellung des Bauwerks nicht gelangen und an denen man daher das Fortschreiten des Rostes nicht beobachten kann. Öl ist ein sehr gutes Schutzmittel. Aber das Öl bleibt nicht das, was es bei der Anwendung war, und daher wendet man vielfach und mit Recht Anstriche, besonders Ölfarbenanstriche an, welche von Zeit zu Zeit erneuert werden müssen. Man gibt eine schützende Grundfarbe und darüber erst eine dem Auge angenehme Deckfarbe.

Man überzieht auch das Eisen zuweilen mit, dem Rost weniger oder gar nicht ausgesetzten, Metallen. So stellt man z. B. Weißblech her, das Blech, welches das wichtigste Material für Klempner ist, indem man das Eisenblech mit einer Zinnschicht versieht. Man erhält dieselbe dadurch, daß man das sorgfältig gereinigte (gebeizte und geschweuerte) Eisenblech in ein Bad von geschmolzenem Zinn taucht und es eine Zeitlang darin läßt.

Man wendet wohl auch andere Metalle an. Unter diesen

spielt  
nennt  
gegr  
niedel

allen,  
Überf  
und E  
Eisen  
60 L  
frone  
das C  
Das  
Gold:

hund  
entwi  
der V  
die P  
seiner  
nur e  
Kenn:

sich a  
schen  
wendi  
der V  
deutet  
Mens  
schritt  
der E  
schine:  
Es ist  
der W  
Im C  
eine P  
jenige

spielt das Zink eine besondere Rolle. Verzinktes Eisenblech nennt man fälschlich galvanisiertes Blech. Einen guten Schutz gegen Rost bei kleineren Gegenständen gewährt auch die Vernickelung und der Überzug von Schmelz (Email).

### Schluß.

Ich hoffe so in verhältnismäßig gedrängter Form eine Ihnen allen, die Sie gewohnt sind mit Metallen umzugehen, verständliche Übersicht über die Gewinnung und Herstellung des wichtigsten und billigsten aller Metalle, des Eisens, gegeben zu haben. Das Eisen im Thomas-Roheisen kostet in normalen Zeiten ungefähr 60 Mark für 1000 kg oder 1 Million g. 60 Mark in Doppeltkronen wiegen 477,6 g; das Verhältnis ist also wie 1 zu 2094; das Eisen in Flußeisenträgern kostet rund 105 Mark für 1000 kg. Das Verhältnis ist also wie 1 zu 1194 zwischen Eisen und dem Goldmünzenmetall.

Das Eisenhüttenwesen, obwohl seit der Mitte des 19. Jahrhunderts zu großartigen Erfolgen gelangt, bedarf einer steten Fortentwicklung. Mit jedem Fortschritte eröffnen sich neue Felder, die der Aufklärung durch die Wissenschaft und der Ausbildung durch die Praxis bedürfen, und an dieser Fortbildung kann jeder an seiner Stelle, können daher auch Sie mitwirken. Es gehört dazu nur ein offenes Auge, unbefangene Beobachtung, aber auch die Kenntnis von dem, was bisher geleistet worden ist.

Die Erfolge des jetzigen Eisenhüttenwesens gründen sich auf die Entwicklung der Naturwissenschaften, welche die chemischen und physikalischen Gesetze lehren, deren verständnisvolle Anwendung unentbehrlich ist. Jeder Fortschritt in der Erkenntnis der Naturgesetze und in deren Anwendung auf die Technik bedeutet einen Fortschritt in der Bildung, in der Höherstellung des Menschen gegenüber dem Tiere. Bedingt ist der größte Fortschritt der Neuzeit im Eisenhüttenwesen, durch die Benutzung der Steinkohle und durch die Anwendung von zahlreichen Maschinen, welche die menschliche Handarbeit erleichtern oder ersetzen. Es ist ein großer Irrtum, zu glauben, daß mit der Anwendung der Maschine eine Herabwürdigung des Menschen verbunden sei. Im Gegenteil, Bildung und Verstand braucht derjenige, welcher eine Maschine zu bedienen hat, in viel höherem Grade, als derjenige, welcher gewohnheitsmäßig mit der Hand arbeitet. Durch



## Sachverzeichnis.

	Seite		Seite
Abstehen . . . . .	91	Brauneisenerz . . . . .	25
Abftich . . . . .	49	Braunthohle . . . . .	30
Abhäsion . . . . .	16	Brechboch . . . . .	103
Aggregatzustände . . . . .	15	Brennstoffe . . . . .	8. 28
Alteifen . . . . .	80	Britettieren der Erze . . . . .	27
Aluminium . . . . .	87	Celsius . . . . .	14
Amboß . . . . .	101	Chemische Grundlagen . . . . .	5
Ammoniak . . . . .	35	Converter . . . . .	68
Ammoniumsulfat . . . . .	36	Coquillen . . . . .	100
Amorpher Kohlenstoff . . . . .	38	Dampfessel . . . . .	54
Anlassen . . . . .	40. 108	Dampfesselblech . . . . .	37
Anlassfarben . . . . .	108	Dehnbarkeit . . . . .	37
Ansrich . . . . .	110	Desoxydation . . . . .	76
Anthrazit . . . . .	31	Dichten . . . . .	87
Arten der Eisenerze . . . . .	23	Dichte des Wassers . . . . .	17
Arten des Eisens . . . . .	41	Dinasziegel . . . . .	80
Afche . . . . .	32	Dolomit . . . . .	71
Atmosphärische Luft . . . . .	9	Doppelgichtverschluß . . . . .	53
Atome . . . . .	5	Drilling . . . . .	106
Aufsteigender Guß . . . . .	101	Dübelinger Verfahren . . . . .	77
Ausdehnungsgrad . . . . .	14	Düngemittel . . . . .	72
Ausdehnungskoeffizient . . . . .	18	Düngesalz . . . . .	36
Ausgleichen der Wärme . . . . .	102	Durchziehboden . . . . .	69
Ausgleichgruben . . . . .	102	Einguß . . . . .	97
Baden der Koks . . . . .	34	Eisen, ein Element . . . . .	6
Bafen . . . . .	7	Eisenerze . . . . .	22
Bafischer Herd . . . . .	80	Eisenerzgänge . . . . .	21
Bafisches Futter . . . . .	71	Eisenerzflöze . . . . .	21
Bedeutung des Eisens . . . . .	1	Eisenerzlager . . . . .	21
Benennung der Eisenarten . . . . .	36	Eisenerzmengen . . . . .	4
Benzol . . . . .	36	Eisenglanz . . . . .	24
Befsemer-Flamme . . . . .	70	Eisenglühschan . . . . .	10
Befsemer-Flußeifen-Kohlung . . . . .	76	Eisenhüttenkunde . . . . .	23
Befsemer . . . . .	67	Eisenhüttenwesen . . . . .	23
Birne . . . . .	68	Eisenmengen . . . . .	2
Bitumen . . . . .	31	Eisenportlandzement . . . . .	58
Blackband . . . . .	26	Eisenstich . . . . .	49
Blafenräume . . . . .	88	Eisenverbrauch . . . . .	4
Blafenstahl . . . . .	75	Eiserne Formen . . . . .	56
Blech . . . . .	106	Elastizitätsgrenze . . . . .	109
Blechwalzen . . . . .	106	Elektrische Einseßvorrichtung . . . . .	81
Bohnerz . . . . .	25		

	Seite		Seite	
Elektrischer Lichtbogen . . . . .	15	Gießarbeit . . . . .	96	Rijell
Elektrische Ofen . . . . .	91	Gießpfanne . . . . .	82	Rohä
Elektrizität . . . . .	18	Glashärte . . . . .	107	Rohle
Elemente . . . . .	5	Glockenventil . . . . .	53	Rohle
Email . . . . .	111	Glück auf . . . . .	27	Rohle
Entstehung der Erde . . . . .	20	Glühspan . . . . .	86	Rohle
Entwicklung der Eisendar- stellung . . . . .	1	Grad Celsius . . . . .	14	Rohle
Erstarrungskruste . . . . .	20	Granulierte Schlacke . . . . .	57	Rohle
Erzfriichen . . . . .	63	Graphit . . . . .	38	Rohle
Esse . . . . .	64	Graphitischer Kohlenstoff . . . . .	38	Rohle
Farne . . . . .	30	Graues Roheisen . . . . .	38	Rokf
Fernboden . . . . .	69	Grubengas . . . . .	31	Rokn
Ferromangan . . . . .	77	Grundlagen, chemische . . . . .	5	Rrak
Ferrofilizium . . . . .	44	Grundlagen, physikalische . . . . .	13	Rren
Festigkeit . . . . .	17	Grundlagen, geologische . . . . .	19	Runf
Flöz . . . . .	21	Grüner Sand . . . . .	97	Rupp
Flußeisen . . . . .	39	Gußstahl . . . . .	79	Rupp
Flußschmiedeseisen . . . . .	41	Gußwaren . . . . .	96	
Flußstahl . . . . .	41	Haken . . . . .	65	Rage
Flußwaren . . . . .	100	Halbirtes Roheisen . . . . .	38	Le C
Formationen . . . . .	21	Hammer . . . . .	101	Behn
Formen . . . . .	97	Hammerschlag . . . . .	16	Bind
Formenebene . . . . .	47	Härtbarkeit . . . . .	37	Loßb
Formgebung . . . . .	95	Härten . . . . .	39	Luft
Formkästen . . . . .	97	Härten des Stahls . . . . .	107	Luffi
Formmaschinen . . . . .	98	Hartguß . . . . .	99	Luffi
Formplatten . . . . .	98	Härtungskohle . . . . .	40	Lunt
Fossile Brennstoffe . . . . .	28	Hartwalze . . . . .	99	Lupf
Friichen . . . . .	60	Hellgraues Roheisen . . . . .	44	Rag
Fuchs . . . . .	64	Herdfriichen . . . . .	67	Ran
Furchen . . . . .	105	Héroult-Ofen . . . . .	91	Rar
Gänge . . . . .	21	Hochofen . . . . .	46	Rar
Galvanometer . . . . .	15	Hochofenprozeß . . . . .	51	Rar
Gänse . . . . .	55	Holz . . . . .	28	Raf
Gasblasen . . . . .	85	Holzkohle . . . . .	33	Raf
Gasmaschinen . . . . .	54	Hydraulische Presse . . . . .	106	Mei
Gediegenes Eisen . . . . .	22	Hydraulischer Mörstel . . . . .	58	Met
Geförnte Schlacke . . . . .	57	Iliede . . . . .	25	Met
Geologische Grundlagen . . . . .	19	Induktionsofen . . . . .	93	Min
Geologische Zeitalter . . . . .	21	Kaliber . . . . .	105	Mii
Geschichte des Eisens . . . . .	2	Kalk . . . . .	6	Mit
Geschirre . . . . .	45	Karbidkohle . . . . .	40	Mol
Gestell . . . . .	47	Kegeventil . . . . .	53	Rack
Gewerkschaften . . . . .	27	Kebrwalzwerk . . . . .	106	Rad
Gicht . . . . .	47	Kern . . . . .	98	Rati
Gichtgas . . . . .	54	Kernschacht . . . . .	47	Rick
Gichtverschluß . . . . .	53	Kesselstein . . . . .	12	
		Kiste . . . . .	74	Org

	Seite		Seite
96	Kjellin=Ofen . . . . .	93	Oxydation . . . . . 7. 62
82	Kohäsion . . . . .	17	Oxydationsprozeß . . . . . 9
07	Kohlendioxyd . . . . .	9	Pferdedünger . . . . . 98
53	Kohleneisenstein . . . . .	26	Pflanzenfaser . . . . . 29
27	Kohlenoxyd . . . . .	8	Rhönigverfahren . . . . . 77
86	Kohlensack . . . . .	47	Phosphor . . . . . 44. 59
14	Kohlensäure . . . . .	9	Phosphorsäure . . . . . 10
57	Kohlenstoffhaltiges Eisen . . . . .	37	Physikalische Grundlagen . . . . . 13
38	Kohlenwasserstoffe . . . . .	34	Portland-Zement . . . . . 58
38	Kohlungsarbeiten . . . . .	74	Ruddelherd . . . . . 64
38	Koks . . . . .	33	Ruddeln . . . . . 63
31	Koksöfen . . . . .	34	Pyrometer . . . . . 15
5	Kosmisches Eisen . . . . .	23	Quarz . . . . . 43
13	Kraße . . . . .	65	Quecksilberthermometer . . . . . 14
19	Kreuzwalzen . . . . .	106	Quellen . . . . . 12
97	Kunstguß . . . . .	96	Raft . . . . . 47
79	Kuppelöfen . . . . .	96	Rauhschacht . . . . . 48
96	Kuppelungen . . . . .	103	Reduktion . . . . . 7
65	Lager . . . . .	21	Reines Eisen . . . . . 37
38	Le Chateliers Pyrometer . . . . .	15	Rennarbeit . . . . . 2. 61
101	Lehm . . . . .	98	Reversierwalzwerk . . . . . 106
16	Linde-Luft . . . . .	10	Roheisen . . . . . 38. 42
37	Losboden . . . . .	69	Rohgang . . . . . 52
39	Luft . . . . .	9	Rohröfen . . . . . 102
107	Luftfrischen . . . . .	63	Rost . . . . . 109
99	Luftgas . . . . .	13	Rösten . . . . . 8. 46
40	Lunfer . . . . .	88	Rostschuß . . . . . 110
99	Luppe . . . . .	66. 85	Roteisenerz . . . . . 24
44	Magnetisiererg . . . . .	23	Ruß . . . . . 34
67	Mangan . . . . .	43. 58	Salze . . . . . 7
91	Mariotte . . . . .	18	Sandformen . . . . . 56. 97
46	Martin-Flußeisen . . . . .	78	Sandsohle . . . . . 86
51	Martin-Prozeß . . . . .	79	Sauerstoff . . . . . 9
28	Masse . . . . .	98	Säuren . . . . . 7
33	Masseln . . . . .	55	Saurer Herd . . . . . 80
106	Meiler . . . . .	32	Saures Futter . . . . . 71
58	Metallüberzüge . . . . .	110	Schacht . . . . . 27. 47
25	Meteoriten . . . . .	23	Schachtelhalme . . . . . 30
93	Minette . . . . .	25	Schalen . . . . . 100
105	Mischer . . . . .	57	Schamott . . . . . 90
49	Mitrißguß . . . . .	46	Schlade . . . . . 50. 52. 57
40	Molekeln . . . . .	5	Schlackenfluß . . . . . 50
53	Nachblasen . . . . .	71	Schlacken-Zement . . . . . 58
106	Nadelboden . . . . .	69	Schlagende Wetter . . . . . 31
98	Naturhärte . . . . .	107	Schmelz . . . . . 111
47	Nickel . . . . .	23. 109	Schmelz- und Gießarbeit . . . . . 96
12	Organisches Leben . . . . .	20	Schmiedbares Eisen . . . . . 38. 60. 72
74			Schmiedbarer Guß . . . . . 72

	Seite		Seite
Schnelldrehstahl . . . . .	109	Überblick über die Arten der Eisenerzeugung . . . . .	94
Schrott . . . . .	80	Übergangszustände . . . . .	16
Schwarzes Roheisen . . . . .	44	Umsetzen . . . . .	66
Schwarzkohle . . . . .	30	Unmittelbare Darstellung von Eisen aus Erzen . . . . .	61
Schwarzstreif . . . . .	26	Verbesserungsarbeiten . . . . .	84
Schwefel . . . . .	45. 59	Verbrennung . . . . .	29
Schwefelkies . . . . .	26	Verdichtungsanstalt . . . . .	35
Schweißeisen . . . . .	39. 63	Vertoflung . . . . .	29
Schweißen . . . . .	37. 85	Vertofung . . . . .	33
Schweißofen . . . . .	86	Vermoderung . . . . .	29
Schweißband . . . . .	16	Verfeinerungen . . . . .	21
Schweißschmießeisen . . . . .	41	Verteilung der Blasenräume . . . . .	88
Schweißstahl . . . . .	41	Verunreinigungen des Wassers Verweijung . . . . .	12 29
Schweißung . . . . .	16	Volumen . . . . .	17
Siemens-Martin-Prozess . . . . .	78	Wallen . . . . .	91
Sigillarien . . . . .	30	Walzen . . . . .	104
Silizium . . . . .	43. 58	Walzfünter . . . . .	16
Spalten der Erdrinde . . . . .	21	Walzborgang . . . . .	103
Spatereisenerz . . . . .	6. 25	Walzwerk . . . . .	102
Spektroskop . . . . .	70	Wärme . . . . .	13
Spiegeleisen . . . . .	43	Wärmespeicher . . . . .	50. 78
Spieß . . . . .	66	Wärmelönung . . . . .	7
Stabeisen . . . . .	103	Wasser . . . . .	11
Stahl . . . . .	3. 40	Wassergas . . . . .	13
Stahano-Ofen . . . . .	91	Wasserstoff . . . . .	11
Steinkohle . . . . .	30	Weißes Roheisen . . . . .	38
Stich . . . . .	49	Weißstrahl . . . . .	43
Stickstoff . . . . .	9. 32	Weltäther . . . . .	13
Stoßofen . . . . .	102	Wind . . . . .	48
Strahliges Roheisen . . . . .	43	Winderhizer . . . . .	50
Streuhand . . . . .	97	Windformen . . . . .	48
Tagebaue . . . . .	27	Windfakten . . . . .	68
Tabelle der Eisenarten . . . . .	41	Windseife . . . . .	98
Talbot-Ofen . . . . .	84	Wirkung der Wärme . . . . .	13
Teer . . . . .	71	Wolfram . . . . .	109
Teigiger Aggregatzustand . . . . .	16	Zementprozess . . . . .	74
Thermometer . . . . .	14	Zementstahl . . . . .	75
Thomasmehl . . . . .	72	Ziegeln der Erze . . . . .	27
Tiegel . . . . .	91	Zink . . . . .	111
Tiegelflußeisen . . . . .	89	Zinn . . . . .	110
Ton . . . . .	21	Zuschläge . . . . .	49
Toneisenstein . . . . .	26	Zwilling . . . . .	106
Töpfe . . . . .	45		
Torf . . . . .	29		
Überblick über den Hochofen- prozess . . . . .	55		

## Experimentelle Elektrizitätslehre.

Mit besonderer Berücksichtigung der neueren Anschauungen  
und Ergebnisse dargestellt

von **Dr. H. Starke,**

Professor an der Universität Greifswald.

Mit 275 in den Text gedruckten Abbildungen. [XIV u. 422 S.] gr. 8.  
1904. In Leinwand geb. M. 6.—

„Ein Lehrbuch, wie das vorliegende, das von ganz modernem, theoretisch einheitlichem Standpunkte aus unsere Kenntnisse auf dem Gebiete der Ätherphysik zusammenstellt, war längst ein Bedürfnis. Der Verfasser ist ihm in ungemein glücklicher Weise entgegengekommen, und ein großer Erfolg ist seinem Werke gewiß. In der eleganten, klaren Art, die theoretischen Prinzipien zu entwickeln und die Tatsachen lebendig darum zu gruppieren, gleicht die Darstellung den bisher in Deutschland kaum erreichten Mustern französischer Lehrbücher. Die Reichhaltigkeit des mitgeteilten, bis zu den neuesten Ergebnissen der Elektronentheorie reichenden Materials ist erstaunlich. Nur durch so echt wissenschaftliche Behandlung, also durch feste theoretische Fundierung, konnte auf so kleinen Raum so viel gebracht werden, und zwar so gebracht werden, daß man es bei der Lektüre wirklich „erlebt“. Auch die prinzipiellen Seiten der technischen Anwendungen sind sehr ausgiebig eingefügt, so daß das Buch gleichzeitig eine Einführung in die Elektrotechnik ist, wie es zurzeit kaum eine bessere in Deutschland gibt. Die Ausstattung ist dem Gehalte entsprechend.“ (H. Th. Simon in der physikalischen Zeitschrift VI. 1.)

## Leitfaden der Elektrizität im Bergbau.

Von Oberlehrer Dr. phil. **Wilhelm Brüsch,**

Oberlehrer am Johanneum zu Lübeck.

Mit 411 Abbildungen im Text. [VIII u. 298 S.] gr. 8. 1901.  
In Leinwand geb. M. 5.—

Der vorliegende Leitfaden sucht den Bedürfnissen der Fachschulen, sowie der bereits im Betriebe stehenden Beamten durch Berücksichtigung alles dessen Rechnung zu tragen, was im Bergbaubetriebe für die Elektrizität in Betracht kommt; elektrisches Grubensignalwesen; Kraftstationen; elektrische Kraftübertragung; Motorenbetrieb für Fördermaschinen, Seilförderungen, Grubenbahnen, Ventilatoren, Bohrmaschinen etc.; elektrische Grubenbeleuchtung; elektrische Minenzündung; Akkumulatoren; Antriebsarten. Diese Punkte, sowie die notwendigsten, an der Hand des Experimentes abgeleiteten Grundsätze der Elektrotechnik sind in 20 Vorträgen derart niedergelegt, daß sowohl die theoretischen bezw. experimentellen Ableitungen als die Anwendungen auf gesonderte Kapitel verteilt sind. Dadurch soll erreicht werden, daß das Büchlein nicht nur dem Grubenbeamten und Bergschüler, sondern auch jedem anderen Fachschüler von einigem Nutzen sein kann.

„Das Buch wird sich zweifellos in den Kreisen, für die es geschrieben ist, rasch zahlreiche Freunde erwerben; auch dürfte sich dessen Anschaffung für Arbeiterbüchereien empfehlen, da es bei seiner gemeinverständlichen Form auch dem gebildeteren Bergarbeiter Belehrung und Anregung zu bieten vermag und ihm einen Einblick gestattet in das Wesen der Elektrizität, die im Bergwerksbetriebe von Tag zu Tag eine größere Rolle zu spielen berufen ist.“

(Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen  
im Preussischen Staate. 49. Band. Heft 3.)

A. N. u. G. Nr. 20. Wedding.

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN.

# B. G. TEUBNERS HANDBÜCHER FÜR HANDEL UND GEWERBE

HERAUSGEGEBEN VON

**DR. VAN DER BORCHT**

GEH. REGIERUNGSRAT IN BERLIN

**DR. SCHUMACHER**

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT BONN

**DR. STEGEMANN**

GEH. REGIERUNGSRAT IN BRAUNSCHWEIG.

Die Handbücher sollen in erster Linie dem Kaufmann und Industriellen ein geeignetes Hilfsmittel bieten, sich rasch ein wohlbegründetes Wissen auf den Gebieten der Handels- und der Industriellehre, der Volkswirtschaft und des Rechtes, der Wirtschaftsgeographie und der Wirtschaftsgeschichte zu erwerben, wie es die erhöhten Anforderungen des modernen Wirtschaftslebens erfordern. Aber auch allen Volkswirtschaftlern und Politikern, sowie den Verwaltungs- und Steuerbehörden wird die Sammlung willkommen sein, da sie in ihr die so oft nötigen zuverlässigen Nachschlagewerke über die verschiedenen kaufmännischen und industriellen Fragen finden werden.

## Anlage von Fabriken.

Von **H. Haberstroh**, **E. Weidlich**, **E. Görts** und **Dr. R. Stegemann**. Mit 274 Abbild. u. Plänen sowie 6 Tafeln. [XIII u. 528 S.] gr. 8. 1907. Geh. *M.* 12.—, in Leinw. geb. *M.* 12.80.

In dem Buche findet der an sich ja nicht bau-sachverständige Fabrikherr, der Neubauten ausführen läßt, zunächst klar und verständlich alle jene Fragen erörtert, auf die er bei einem Neubau sein Augenmerk zu richten hat. In ähnlicher Weise werden die Fragen der Heizung, Lüftung und Beleuchtung, die Wasserversorgung und die Abwasserbeseitigung besprochen. Sodann die innere Einrichtung des Fabrikgebäudes, namentlich aber die maschinellen Anlagen abgehandelt. Den Schluß des Bandes bildet eine Darstellung der Wohlfahrtseinrichtungen zugunsten der Arbeiter, für deren Durchführung besondere bauliche Anlagen notwendig sind. Überall werden lediglich in der Praxis bewährte Einrichtungen vorgeführt, Grundrisse und Pläne dazu gegeben und die Kosten der Anlage gebührend berücksichtigt.

## Betrieb von Fabriken.

Von **Dr. F. W. R. Zimmermann**, **A. Johanning**, **H. v. Frankenberg** u. **Dr. R. Stegemann**. Mit 3 Abbild. u. zahlreichen Formularen. [VI u. 436 S.] gr. 8. 1905. Geh. *M.* 8.—, in Leinw. geb. *M.* 8.60.

Nach einer kurzen Einleitung **Zimmermanns** über die geschichtliche Entwicklung und die volkswirtschaftliche Bedeutung der Fabriken bringt **Johanning** eine eingehende Darstellung der Organisation des Betriebes. In einem zweiten Teile werden von **Frankenberg** zunächst die gesetzlichen Bestimmungen, sowie das Versicherungswesen behandelt, soweit beide für den Fabrikbetrieb in Frage kommen. Den Schluß bildet eine Darstellung der Betriebseinrichtungen für die Wohlfahrt der Arbeiter von **Stegemann**.

## Einführung in die Elektrotechnik.

Physikalische Grundlagen und technische Ausführungen. Von **R. Binkel**. Mit 445 Abbildungen im Text. [VI u. 464 S.] gr. 8. 1908. Geh. *M.* 11.20, in Leinw. geb. *M.* 12.—

Den Ausgangspunkt der Darstellung bilden die naturwissenschaftlichen Erscheinungen, welche in der Elektrotechnik zur Anwendung kommen, und es war das besondere Bestreben des Verfassers, diese möglichst ohne Benutzung mathematischer Formeln und unter besonderer Berücksichtigung der historischen Entwicklung klar vor Augen zu führen.

Sodann werden die technischen Ausführungen besprochen, deren Verständnis um so leichter auch für den Anfänger wird, je klarer ihm die physikalischen Prinzipien geworden sind. In Anbetracht des gewaltigen Umfanges der Elektrotechnik war von vornherein eine Beschränkung auf bestimmte Gebiete geboten. Es ist daher nur die Starkstromtechnik, die Verwendung des elektrischen Stromes für Licht- und Kräfteerzeugung behandelt worden. Es werden besprochen die elektrische Kraftübertragung im allgemeinen für Fabrikzwecke, im Berg- und Hüttenwesen, das elektrische Bahnwesen und die elektrische Beleuchtung.

Sowohl dem kaufmännisch gebildeten Industriellen, wie dem Ingenieur, der einen Überblick über das Arbeitsgebiet der Elektrotechnik und ein Verständnis der naturwissenschaftlichen Zusammenhänge zu erwerben wünscht, dürfte das Buch eine brauchbare Handhabe dazu bieten.

Die I

Di  
schafflic  
denjenig  
sichtlich  
und übe  
nischen  
für die  
Grunde  
länder e  
geführt.

Chem

Das  
Umform  
läufig a  
keramis

Di  
gleichen  
chemisch  
an passe

Die Z

H. Claaß  
II. Teil:

De  
zuckerfa  
Darüber  
Zuckerfa  
Fabrikbe  
kosten u  
mit Freu  
langem l

Im  
sowie der  
aller für  
aufgenot  
Einricht  
Zuckerge

Die Z

*M.* 7.40,

Die  
voller Be  
zahlreich  
Lebensde  
die Wege

Versic

Da  
kannten  
der gesa  
werden d

Ausfüh  
Gewerk  
einzeln

**Die Eisenindustrie.** Von Oskar Simmersbach. Mit 92 Abbild. [X u. 322 S.] gr. 8. 1906. Geh. M. 7.20, in Leinw. geb. M. 8.—

Das vorliegende Buch besteht aus zwei Teilen, einem technischen und einem wirtschaftlichen. Es bezweckt vor allem den im Eisenhüttenwesen tätigen Beamten, sowie denjenigen Hüttenleuten, welche die Leitung mehrerer Betriebe übernehmen, einen übersichtlichen, aber kurz gefaßten Überblick über die einzelnen technischen Betriebszweige und über die wirtschaftliche Seite der Eisenindustrie zu geben und daher ist im technischen Teile der Schwerpunkt im besonderen gelegt auf die Bewertung der Rohmaterialien für die Herstellung des Roheisens usw. Im wirtschaftlichen Teile werden aus demselben Grunde speziell die Fragen der Deckung des Erz-, Kohlen- und Koksbedarfes der Hauptländer eingehend besprochen und hieran anschließend die Absatzgebiete usw. vor Augen geführt.

**Chemische Technologie.** Von Dr. Fr. Heusler. Mit 126 Abbild. [XVI u. 351 S.] gr. 8. 1905. Geh. M. 8.—, in Leinw. geb. M. 8.60.

Das Buch gibt einen Überblick über das Gesamtgebiet der Industrien, die chemische Umformungen der natürlichen Rohstoffe bewirken. Es sind daher ebensowohl die landläufig als „chemische Industrie“ bezeichneten Gewerbe berücksichtigt, wie auch die keramischen und metallurgischen Industrien, die Gärungsgewerbe u. a.

Die Einteilung des Stoffes ist so getroffen worden, daß im allgemeinen die auf gleichen Rohstoffen basierenden Industrien zusammengestellt sind. Die Beziehungen der chemischen Industrien zu anderen Wissenschaften, beispielsweise zur Bakteriologie, sind an passender Stelle eingehend besprochen.

**Die Zuckerindustrie.** gr. 8. 1905. Geh. M. 7.40, in Leinw. geb. M. 7.80  
Einzeln: I. Teil: **Die Zuckerfabrikation.** Von Dr. H. Claaßen u. Dr. W. Bartz. Mit 79 Abb. [X u. 270 S.] Geh. M. 5.60, in Leinw. geb. M. 6.—  
II. Teil: **Der Zuckerhandel.** Von O. Pilet. [IV u. 92 S.] Geh. M. 1.80, in Leinw. geb. M. 2.20.

Der erste Teil gibt vor allem eine Beschreibung des Ganges nicht nur der Rohzuckerfabrikation, sondern auch der Veredlung des Rohzuckers, also seiner Raffination. Darüber hinaus bietet er gleichzeitig eine sachliche Darlegung der Technik der gesamten Zuckerfabrikation unter Hervorhebung der für die kaufmännische Beurteilung eines Fabrikbetriebes notwendigen Momente, wie Ausbeuteverhältnisse, Betriebsverluste, Betriebskosten usw. Der Abschnitt: Raffination des Zuckers wird auch vom speziellen Fachmann mit Freude begrüßt werden, da bekanntlich dieser Zweig der Zuckerindustrie schon seit langem keine literarische Bearbeitung erfahren hat.

Im zweiten Teil wird zuerst das Inlandgeschäft für raffinierten und Rohzucker, sowie der Exporthandel in seiner jetzigen Gestalt und Entwicklung unter Berücksichtigung aller für Deutschland wichtigen Gesichtspunkte behandelt. Auch der Melasse-Handel ist aufgenommen. Daran schließt sich eine Besprechung der dem Zuckerhandel dienenden Einrichtungen. — Hierauf schildert der Verfasser den Betrieb und die Organisation eines Zuckergeschäftes in allen seinen Zweigen.

**Die Zuckerproduktion der Welt.** Von Geh.-Rat Prof. Dr. H. Paasche. [VI u. 338 S.] gr. 8. 1905. Geh. M. 7.40, in Leinw. geb. M. 8.—

Diese umfassende Darstellung der gesamten Zuckerindustrie der Welt will unter voller Berücksichtigung der wirtschaftlichen, sozialen und politischen Verhältnisse der zahlreichen Produktionsgebiete dem Kaufmann und Industriellen einen Einblick in die Lebensbedingungen dieser über die ganze Welt verbreiteten Industrie gewähren und ihm die Wege zeigen, die der Handel mit diesem wichtigen Genußmittel eingeschlagen hat.

**Versicherungswesen.** Von Dr. A. Manes. [XII u. 468 S.] gr. 1905. Geh. M. 9.40, in Leinw. geb. M. 10.—

Das Werk sucht unter Verwertung der zum großen Teil wenig oder gar nicht bekannten Literatur und in steter Fühlung mit der Praxis eine systematische Darstellung der gesamten Versicherungswissenschaft zu geben. Neben den deutschen Verhältnissen werden die englischen und amerikanischen eingehend beachtet.

**Ausführlicher Prospekt über „Teubners Handbücher für Handel und Gewerbe“ mit Inhaltsangaben, Textproben, sowie Abbildungen aus einzelnen Bänden auf Verlangen umsonst und postfrei vom Verlag.**

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

## Die Kraftmaschinen. Eine Einführung in die allgemeine Maschinenkunde.

Von Professor Dr. K. Schreiber in Greifswald.

2., wohlfeile Ausgabe. Mit 56 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. [XII u. 347 S.] gr. 8. 1907. Geh. *M.* 3.60, in Leinwand geb. *M.* 4.20.

Das vorliegende Buch gibt in elementarer Darstellung, d. h. nur unter Benutzung der auf den Gymnasien und ähnlichen Anstalten gelehrtten Grundlagen der Mathematik und Physik, eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Kraftmaschinen der Jetztzeit unter Bezugnahme hauptsächlich auf die Ausnutzung der Energievorräte der Natur und auf die Kosten der gewonnenen Arbeit.

Es dürfte sich ganz besonders für die Besitzer und Leiter von Fabriken und technischen Unternehmungen eignen, soweit sie nicht selbst Maschineningenieure sind, und zwar vom Landwirt, welcher seinen Betrieb durch Benutzung von Kraftmaschinen erleichtern will, bis zum Leiter von Textil- und chemischen Fabriken, die Kraftmaschinen benutzen müssen; für Verwaltungsbeamte, soweit sie technischen Ressorts zugeteilt sind, Eisenbahn, Post usw., oder überhaupt mit technischen Maschinen zu tun haben; für Lehrer der Naturwissenschaften, welche ihren Schülern auch die Errungenschaften der Technik vortragen wollen, sowie für alle, welche sich für die Technik interessieren und im Besitz von Gymnasial- oder entsprechender Schulbildung sind.

## Grundlagen der Theorie und des Baues der Wärmekraftmaschinen.

Von Dr. Alfred Musil,

Professor an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule zu Brünn.

Zugleich autorisierte, erweiterte deutsche Ausgabe des Werkes „The Steam-Engine and other Heat-Engines“ von J. A. Ewing, Prof. an der Univ. Cambridge. Mit 302 Fig. im Text. [X u. 794 S.] gr. 8. 1902. In Lw. geb. *M.* 20.—

„... Somit haben wir ein Werk von seltener Vollständigkeit und Abrundung vor uns, welches zur Einführung in das Gebiet der Wärmekraftmaschinen nicht nur dem angehenden Ingenieur, sondern auch jedem mit einigen physikalischen Kenntnissen ausgerüsteten Gebildeten warm empfohlen werden kann. Insbesondere dürften dieses Buch solche Physiker und Mathematiker begrüßen, welche den Anwendungen mit Rücksicht auf spätere Lehrtätigkeit an technischen Anstalten ihre Aufmerksamkeit zuwenden. Das Studium des Werkes wird jedenfalls durch eine große Zahl gut ausgewählter und sauber gezeichneter Figuren erleichtert, wie denn überhaupt die ganze Ausstattung als muster-gültig zu bezeichnen ist.“ (Archiv f. Mathematik u. Physik. III. Reihe, IV. Bd. H. 3/4.)

## Bau der Dampfturbinen.

Von Dr. Alfred Musil,

Professor an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule zu Brünn.

Mit zahlr. Abbild. [VI u. 233 S.] gr. 8. 1904. In Leinw. geb. *M.* 8.—

„Unter den zahlreichen neueren Publikationen über Dampfturbinen hat bisher ein Werk gefehlt, welches es ermöglichte, sich auf dem Gebiete des Dampfturbinenbaues einigermaßen rasch orientieren zu können, ohne sich erst durch langwierige theoretische Ableitungen durcharbeiten zu müssen. Diese Lücke füllt das vorliegende Buch in recht gut gelungener Weise aus. Der Verfasser behandelt in acht Abschnitten die Dampfturbinensysteme im allgemeinen, die Vorgänge in den Dampfzügen sowie die konstruktiven Ausführungen der Laval-, Parsons-, Zoelly-, Riedler-Stumpf-, Curtis- und Rateau-Turbinen. Das 233 Seiten starke Buch ist durch 102 sehr gute und deutliche Figuren illustriert und von der Verlagsbuchhandlung recht gefällig ausgestattet. Es sei hiermit allen Fachgenossen wärmstens empfohlen.“ (Zeitschr. d. Österr. Ingen.- u. Architekten-Vereins. 1905. Nr. 19.)

Aus

Sa  
Da

Gehe  
I u

Abergl

Abstam

Professor

Die Darstell

der Abstam

stammungs

pflanzenar

Algebra

Alkohol

kämpfung

Alkoholis

Die drei E

faßt von d

ethischen D

stellung un

wichtigten

Herzen lieg

Band I.

Schule im

und der A

Stadtrat G

Band II.

Professor I

Alkoholism

Eisenbahn

Band III.

gefeß. Do

Dr. med.

Alkohol a

mäßigkeits

Ameise

(Nr. 94.)

faßt die G

und erotisi

Bautätigkeit

anderen T

interessant

Ameritt

J. Lau

Ein Ameri

des Öffentl

und Europ

in den De

Verenigte

wirtschaftl

# Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher  
Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Geheset  
1 Mar.

in Bändchen von 120-180 Seiten.  
Jedes Bändchen ist in sich ab-  
geschlossen und einzeln käuflich.

Gebunden  
Mk. 1. 25.

## Verzeichnis nach Stichworten.

### Aberglaube s. Heilwissenschaft.

**Abstammungslehre.** Abstammungslehre und Darwinismus. Von Professor Dr. R. Hesse. 2. Auflage. Mit 37 Figuren im Text. (Nr. 39.) Die Darstellung der großen Errungenschaft der biologischen Forschung des vorigen Jahrhunderts, der Abstammungslehre, erörtert die zwei Fragen: „Was nötig ist zur Annahme der Abstammungslehre?“ und — die viel schwierigere — „wie geschah die Umwandlung der Tier- und Pflanzenarten, welche die Abstammungslehre fordert?“ oder: „wie wird die Abstammung erklärt?“

### Algebra s. Arithmetik.

**Alkoholismus.** Der Alkoholismus, seine Wirkungen und seine Bekämpfung. Herausgegeben vom Zentralverband zur Bekämpfung des Alkoholismus. 3 Bändchen. (Nr. 103. 104. 145.)

Die drei Bändchen sind ein kleines wissenschaftliches Kompendium der Alkoholfrage, verfaßt von den besten Kennern der mit ihr zusammenhängenden sozial-hygienischen und sozial-ethischen Probleme. Sie enthalten eine Fülle von Material in übersichtlicher und schöner Darstellung und sind unentbehrlich für alle, denen die Bekämpfung des Alkoholismus als eine der wichtigsten und bedeutungsvollsten Aufgaben erster sittlicher und sozialer Kulturarbeit am Herzen liegt.

Band I. Der Alkohol und das Kind. Von Prof. Dr. Wilhelm Weggand. Die Aufgaben der Schule im Kampf gegen den Alkoholismus. Von Prof. Martin Hartmann. Der Alkoholismus und der Arbeiterstand. Von Dr. Georg Keferstein. Alkoholismus und Armenpflege. Von Stadtrat Emil Münsterberg.

Band II. Einleitung. Von Prof. Dr. Max Rubner. Alkoholismus und Nervosität. Von Professor Dr. Max Lähr. Alkohol und Geisteskrankheiten. Von Dr. Otto Juliusburger. Alkoholismus und Prostitution. Von Dr. O. Rosenthal. Alkohol und Verkehrsweisen. Von Eisenbahndirektor de Terra.

Band III. Alkohol und Seelenleben. Von Prof. Dr. Aschaffenburg. Alkohol und Strafgesetz. Von Oberarzt Dr. Juliusburger. Einrichtungen im Kampf gegen den Alkohol. Von Dr. med. Laquer. Wirkungen des Alkohols auf die inneren Organe. Von Dr. med. Liebe. Alkohol als Nahrungsmittel. Von Dr. med. et phil. R. O. Neumann. Älteste deutsche Mäßigkeitsbewegung. Von Pastor Dr. Stubbe.

**Ameisen.** Die Ameisen. Von Dr. Friedrich Knauer. Mit 61 Figuren. (Nr. 94.)

Saßt die Ergebnisse der so interessanten Forschungen über das Tun und Treiben einheimischer und exotischer Ameisen, über die Vielgestaltigkeit der Formen im Ameisenstaate, über die Bautätigkeit, Brutpflege und die ganze Ökonomie der Ameisen, über ihr Zusammenleben mit anderen Tieren und mit Pflanzen, über die Sinnesfähigkeit der Ameisen und über andere interessante Details aus dem Ameisenleben zusammen.

**Amerika.** Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. Von Professor J. Laurence Laughlin. Mit 9 graphischen Darstellungen. (Nr. 127.)

Ein Amerikaner behandelt für deutsche Leser die Fragen, die augenblicklich im Vordergrund des öffentlichen Lebens in Amerika stehen, den Wettbewerb zwischen den Vereinigten Staaten und Europa — Schutzzoll und Reziprozität in den Vereinigten Staaten — Die Arbeiterfrage in den Vereinigten Staaten — Die amerikanische Trustfrage — Die Eisenbahnfrage in den Vereinigten Staaten — Die Banfrage in den Vereinigten Staaten — Die herrschenden volkswirtschaftlichen Ideen in den Vereinigten Staaten.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 M., geschmackvoll gebunden 1 M. 25 Pfg.

**Amerika.** Geschichte der Vereinigten Staaten von Amerika. Von Dr. E. Daenell (Nr. 147.)

Gibt in großen Zügen eine übersichtliche Darstellung der geschichtlichen, kulturgeschichtlichen und wirtschaftlichen Entwicklung der Vereinigten Staaten von den ersten Kolonisationsversuchen bis zur jüngsten Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der verschiedenen politischen, ethnographischen, sozialen und wirtschaftlichen Probleme, die zur Zeit die Amerikaner besonders bewegen.

— f. a. Technische Hochschulen, Schulwesen.

**Anatomie.** Die Anatomie des Menschen. Von Prof. Dr. K. v. Bardeleben. In 4 Bänden. (Nr. 201. 202. 203. 204.)

I. Teil: Allgemeine Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Mit 69 Abbild. im Text. (Nr. 201.)  
II. Teil: Skelett, Gelenke, Mechanik. Mit zahlreichen Abbildungen. (Nr. 202.)

In einer Reihe von (4) Bänden wird die menschliche Anatomie in knappen, für gebildete Laien leicht verständlichem Texte dargestellt, wobei eine große Anzahl sorgfältig ausgewählter Abbildungen die Anschaulichkeit erhöht. Der erste, die „allgemeine Anatomie“ behandelnde Band enthält u. a. einig's aus der Geschichte der Anatomie, von Homer bis zur Neuzeit, ferner die Zellen- und Gewebelehre, die Entwicklungsgeschichte, sowie Formen, Maß und Gewicht des Körpers. Im zweiten Band werden dann Skelett, Knochen und die Gelenke nebst einer Mechanik der letzteren, im dritten die bewegenden Organe des Körpers, die Muskeln, das Herz und die Gefäße, im vierten endlich wird die Eingeweidelehre, namentlich der Darmtraktus, sowie die Harn- und Geschlechtsorgane zur Darstellung gebracht.

— f. a. Heilwissenschaft; Mensch.

**Anthropologie** f. Mensch.

**Arbeiterschutz.** Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von weil. Professor Dr. O. v. Szwiedined-Südenhorst. (Nr. 78.)

Das Buch bietet eine gedrängte Darstellung des gemeinlich unter dem Titel „Arbeiterfrage“ behandelten Stoffes; insbesondere treten die Fragen der Notwendigkeit, Zweckmäßigkeit und der ökonomischen Begrenzung der einzelnen Schutzmaßnahmen und Versicherungseinrichtungen in den Vordergrund.

— f. a. Versicherung.

**Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht.** Von Professor Dr. P. Cranz. I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. Mit 9 Figuren im Text. (Nr. 120.)

Will in leicht faßlicher und für das Selbststudium geeigneter Darstellung über die Anfangsgründe der Arithmetik und Algebra unterrichten und behandelt die sieben Rechnungsarten, die Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten und die Gleichungen zweiten Grades mit einer Unbekannten, wobei schließlich auch die Logarithmen ausführlich behandelt werden.

— f. a. Mathematische Spiele.

**Ästhetik** f. Lebensanschauungen.

**Astronomie.** Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von Professor Dr. S. Oppenheim. Mit 24 Abbildungen im Text. (Nr. 110.)

Schildert den Kampf der beiden hauptsächlichsten „Weltbilder“, des die Erde und des die Sonne als Mittelpunkt betrachtenden, der einen bedeutungsvollen Abschnitt in der Kulturgeschichte der Menschheit bildet, wie er schon im Altertum bei den Griechen entstanden ist, anderthalb Jahrtausende später zu Beginn der Neuzeit durch Kopernikus von neuem aufgenommen wurde und da erst mit einem Siege des heliozentrischen Systems schloß.

— f. a. Kalender; Mond; Weltall.

**Atome** f. Moleküle.

Jedes 1

**Auge.**  
dozent  
Schilder  
sonders k  
Interesse  
besonders  
heblische f

**Autom**  
des mod  
Gibt in g  
das Gefar  
Grundprin  
Electromo  
Einrichtur

**Baufu**  
2. Aufla  
Der Verfe  
alters zus  
Verlauf d  
wächst un  
zur Corit

**Beetho**  
**Befruc**  
seine Be  
Text un  
Will die  
besetzt, de  
behandelt  
die Bedeu  
viduen zu

**Beleud**  
Dr. phil  
Gibt eine  
indem die  
lichen Eid  
Verbrauch  
chemischen

**Bevölk**  
Will in g  
Voltszahl,  
bewohnter

**Bibel.**  
wicklung  
Will in d  
liche Text  
Verhältnis  
des Textes  
geben und

**Bildun**  
Entwick  
Auf beschi  
weisen stet

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 M., geschmackvoll gebunden 1 M. 25 Pfg.

**Auge.** Das Auge des Menschen und seine Gesundheitspflege. Von Privatdozent Dr. med. Georg Abelsdorff. Mit 15 Abb. im Text. (Nr. 149.) Schildert die Anatomie des menschlichen Auges sowie die Leistungen des Gesichtssinnes, besonders soweit sie außer dem medizinischen ein allgemein wissenschaftliches oder ästhetisches Interesse beanspruchen können, und behandelt die Gesundheitspflege (Hygiene) des Auges, besonders Schädigungen, Erkrankungen und Verletzungen des Auges, Kurzsichtigkeit und erhebliche Augenkrankheiten, sowie die künstliche Beleuchtung.

**Automobil.** Das Automobil. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ing. Karl Blau. Mit 83 Abb. (Nr. 166.) Gibt in gedrängter Darstellung und leichtfaßlicher Form einen anschaulichen Überblick über das Gesamtgebiet des modernen Automobilismus, so daß sich auch der Nichttechniker mit den Grundprinzipien rasch vertraut machen kann, und behandelt das Benzinautomobil, das Elektromobil und das Dampfautomobil nach ihren Kraftquellen und sonstigen technischen Einrichtungen, wie Sündung, Kühlung, Bremsen, Steuerung, Bereifung usw.

**Baukunst.** Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Prof. Dr. A. Matthaei. 2. Auflage. Mit Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln. (Nr. 8.) Der Verfasser will mit der Darstellung der Entwicklung der deutschen Baukunst des Mittelalters zugleich über das Wesen der Baukunst als Kunst aufklären, indem er zeigt, wie sich im Verlauf der Entwicklung die Raumvorstellung märt und vertieft, wie das technische Können wächst und die praktischen Aufgaben sich erweitern, wie die romanische Kunst geschaffen und zur Gotik weiter entwickelt wird.

— f. a. Städtebilder.

**Beethoven** f. Musik.

**Befruchtungsvorgang.** Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. Ernst Reichmann. Mit 7 Abbildungen im Text und 4 Doppeltafeln. (Nr. 70.)

Will die Ergebnisse der modernen Forschung, die sich mit dem Befruchtungsvorgang beschäftigt, darstellen. Ei und Samen, ihre Genese, ihre Reifung und ihre Vereinigung werden behandelt und im Chromatin die materielle Grundlage der Vererbung nachgewiesen, während die Bedeutung des Befruchtungsvorganges in einer Mischung der Qualität von zwei Individuen zu sehen ist.

— f. a. Leben.

**Beleuchtungsarten.** Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. phil. Wilhelm Bräsch. Mit 155 Abbildungen im Text. (Nr. 108.)

Gibt einen Überblick über ein gewaltiges Arbeitsfeld deutscher Technik und Wissenschaft, indem die technischen und wissenschaftlichen Bedingungen für die Herstellung einer wirtschaftlichen Lichtquelle und die Methoden für die Beurteilung ihres wirtlichen Wertes für den Verbraucher, die einzelnen Beleuchtungsarten sowohl hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Grundlagen als auch ihrer Technik und Herstellung behandelt werden.

**Bevölkerungslehre.** Von Professor Dr. M. Haushofer. (Nr. 50.) Will in gedrängter Form das Wesentliche der Bevölkerungslehre geben über Ermittlung der Volkszahl, über Gliederung und Bewegung der Bevölkerung, Verhältnis der Bevölkerung zum bewohnten Boden und die Ziele der Bevölkerungspolitik.

**Bibel.** Der Text des Neuen Testaments nach seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Div.-Pfarrer A. Pott. Mit 8 Tafeln. (Nr. 134.)

Will in die das allgemeine Interesse an der Textkritik bekundende Frage: „Ist der ursprüngliche Text des Neuen Testaments überhaupt noch herzustellen?“ durch die Erörterung der Verschiedenheiten des Lutherertes (des früheren, revidierten und durchgesehenen) und seines Verhältnisses zum heutigen (deutschen) „berichtigten“ Text, einführen, den „ältesten Spuren des Textes“ nachgehen, eine „Einführung in die Handschriften“ wie die „ältesten Übersetzungen“ geben und in „Theorie und Praxis“ zeigen, wie der Text berichtigt und rekonstruiert wird.

— f. a. Jesus; Religion.

**Bildungswesen.** Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Professor Dr. Friedrich Paulsen. (Nr. 100.)

Auf beschränktem Raum löst der Verfasser die schwierige Aufgabe, indem er das Bildungswesen stets im Rahmen der allgemeinen Kulturbewegung darstellt, so daß die gesamte Kultur-

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Entwicklung unseres Volkes in der Darstellung seines Bildungswezens wie in einem verfeinerten Spiegelbild zur Erscheinung kommt. So wird aus dem Bändchen nicht nur für die Erkenntnis der Vergangenheit, sondern auch für die Forderungen der Zukunft reiche Frucht erwachsen.

**Bildungswezen** f. a. Hochschulen; Schulwezen.

**Biologie** f. Abstammungslehre; Ameisen; Befruchtungsvorgang; Leben; Meeresforschung; Pflanzen; Plankton; Tierleben.

**Björnson** f. Ibsen.

**Botanik.** Kolonialbotanik. Von Privatdozent Dr. Friedrich Tobler. Mit 21 Abbildungen im Text. (Nr. 184.)

Schildert zunächst die allgemeinen wirtschaftlichen Grundlagen tropischer Landwirtschaft, ihre Einrichtungen und Methoden, um dann die bekanntesten Objekte der Kolonialbotanik, wie Kaffee, Kakao, Tee, Zuckerrohr, Reis, Kautschuk, Guttapercha, Baumwolle, Öl- und Kofospalme einer eingehenden Betrachtung zu unterziehen.

— f. a. Obstbau; Pflanzen; Wald.

**Buchgewerbe.** Das Buchgewerbe und die Kultur. Sechs Vorträge gehalten im Auftrage des Deutschen Buchgewerbevereins. (Nr. 182.)

Inhalt: Buchgewerbe und Wissenschaft: Prof. Dr. R. Sothe. — Buchgewerbe und Literatur: Prof. Dr. G. Wittowski. — Buchgewerbe und Kunst: Prof. Dr. R. Kauffsch. — Buchgewerbe und Religion: Privatdozent lic. Dr. H. Hermelink. — Buchgewerbe und Staat: Prof. Dr. R. Wuttke. — Buchgewerbe und Volkswirtschaft: Prof. Dr. H. Waentig.

Die Vorträge sollen zeigen, wie das Buchgewerbe nach allen Seiten mit sämtlichen Gebieten deutscher Kultur durch tausend Fäden verknüpft ist, wie in ihm sich besonders eng die idealen und materiellen Bestrebungen und Grundlagen unseres nationalen Lebens miteinander verbinden. Sie wollen nicht nur bei den Angehörigen dieses seit alters her bevorzugten und geistig hochstehenden Gewerbes neue Freude am Beruf erwecken und erhalten, sondern vor allem auch unter den mit ihm in Berührung kommenden Vertretern gelehrter und anderer Berufe verständnisvolle Freunde für seine Eigenart erwerben helfen. In diesem Sinne werden die wichtigsten großen Kulturgebiete behandelt. Der erste Vortrag, über das Buchgewerbe und die Wissenschaft von Prof. Dr. R. Sothe dient zugleich als Einleitung in Geist und Absicht der ganzen Reihe, und daran schließen sich dann in naturgemäßer Folge die Beziehungen zur Literatur von Prof. Dr. G. Wittowski, zur Kunst von Prof. Dr. R. Kauffsch, zur Religion von Privatdozent Dr. H. Hermelink, zum Staat von Prof. Dr. R. Wuttke und zur Volkswirtschaft von Prof. Dr. H. Waentig.

— Wie ein Buch entsteht. Von Prof. A. W. Unger. Mit 7 Tafeln und 26 Abbildungen im Text. (Nr. 175.)

Eine zusammenhängende für weitere Kreise berechnete Darstellung über Geschichte, Herstellung und Vertrieb des Buches mit eingehender Behandlung sämtlicher buchgewerblicher Techniken. Damit will das Buch namentlich auch denen, die als „Autoren“ oder in irgend einer anderen näheren Beziehung zur Herstellung des Buches stehen, Anleitung und Belehrung über das umfassende so außerordentlich interessante Gebiet der graphischen Künste, über Ausstattung, Papier, Satz, Illustration, Druck und Einband des Buches geben. Der praktische Wert dieses Bändchens wird erhöht durch zahlreiche Beigaben von Papier-, Schrift- und Illustrationsproben.

— f. a. Illustrationskunst; Schriftwezen.

**Buddha.** Leben und Lehre des Buddha. Von Professor Dr. Richard Pischel. Mit 1 Tafel. (Nr. 109.)

Gibt eine wissenschaftlich begründete durchaus objektive Darstellung des Buddhismus, dieser so oft mit dem Christentum verglichenen Lehre, die von den einen auf Kosten des Christentums verherbt wird, während die anderen die Lehre Buddhas weit tiefer als dieses stellen. Einer Übersicht über die Zustände Indiens zur Zeit des Buddha folgt eine Darstellung des Lebens des Buddha, wobei besonders die Ähnlichkeiten mit den Evangelien und die Frage der Möglichkeit der Übertragung buddhistischer Erzählungen auf Jesus erörtert werden, seiner Stellung zu Staat und Kirche, seiner Lehrweise, sowie seiner Lehre, wobei die „vier edlen Wahrheiten“, die „Formel vom Kaujalnerus“ und der populärste Begriff des „Nirvana“ erörtert werden, seiner Ethik und der weiteren Entwicklung des Buddhismus.

Jedes 1

**Chemie**  
Gebiete  
3. Auflage  
führt un  
in das De  
bestelben

24 Abb  
Sucht unt  
darzulegen  
chemische  
Apparate  
deren Ver  
werden.  
Chlor, So  
zusammen

über die  
Mit 7  
Gibt, aus  
wichtigste  
führung v  
ruht, und  
bei besond  
Entbedun  
süchtige L  
angehende

**Christl**  
Charakt  
Gibt dur  
tum und  
vielseitige

**Dampf**  
Schildert  
maschine,  
Dampfma  
**Darwi**  
**Deutsh**  
Weltwirt

**Dorf, d**  
Schildert,  
Wechsel d  
politischen  
des 19. J  
bringt so  
Dorfes, je  
terliche G  
Dorfes di

**Dramat**  
Entwickl  
Mit ein

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Chemie.** Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Professor Dr. R. Blochmann. 3. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen. (Nr. 5.)

Führt unter besonderer Berücksichtigung der alltäglichen Erscheinungen des praktischen Lebens in das Verständnis der chemischen Erscheinungen ein und zeigt die außerordentliche Bedeutung derselben für unser Wohlergehen.

— Bilder aus der chemischen Technik. Von Dr. Artur Müller. Mit 24 Abbildungen im Text. (Nr. 191.)

Sucht unter Benützung lehrreicher Abbildungen die Ziele und Hilfsmittel der chemischen Technik darzulegen, zu zeigen, was dieses Arbeitsgebiet zu leisten vermag und in welcher Weise chemische Prozesse technisch durchgeführt werden, wobei zunächst die allgemein verwendeten Apparate und Vorgänge der chemischen Technik beschrieben, dann praktische Beispiele für deren Verwendung dargestellt und ausgewählte Sonderzweige des gewaltigen Gebietes geschildert werden. Insbesondere werden so die anorganisch-chemische Großindustrie (Schwefelsäure, Soda, Chlor, Salpetersäure usw.), ferner die Industrien, die mit der Destillation organischer Stoffe zusammenhängen (Teuchgasergzeugung, Teerdestillation, künstliche Farbstoffe usw.) behandelt.

— Natürliche und künstliche Pflanzen- und Tierstoffe. Ein Überblick über die Fortschritte der neueren organischen Chemie. Von Dr. B. Bavink. Mit 7 Figuren im Text. (Nr. 187.)

Gibt, ausgehend von einer kurzen Einführung in die Grundlagen der Chemie, einen Einblick in die wichtigsten theoretischen Kenntnisse der organischen Chemie, auf deren Leistungen nächst der Einführung von Dampf und Elektrizität die große Veränderung unserer ganzen Lebenshaltung beruht, und sucht das Verständnis ihrer darauf begründeten praktischen Erfolge zu vermitteln, wobei besonderes Gewicht auf die für die Industrie, Heilkunde und das tägliche Leben wertvollsten Entdeckungen und Erfindungen gelegt wird, andererseits auf die Forschungsergebnisse, welche eine künftige Lösung des Stoffwechselproblems voraussehen lassen, wobei zugleich eine Einsicht in die angehende Kompliziertheit der chemischen Vorgänge im lebenden Organismus eröffnet wird.

— s. a. Haushalt; Metalle; Pflanzen; Technik.

**Christentum.** Aus der Werdezeit des Christentums. Studien und Charakteristiken. Von Professor Dr. J. Geffken. (Nr. 54.)

Gibt durch eine Reihe von Bildern eine Vorstellung von der Stimmung im alten Christentum und von seiner inneren Kraft und verschafft so ein Verständnis für die ungeheure und vielseitige weltgeschichtliche kultur- und religionsgeschichtliche Bewegung.

— s. a. Bibel; Jesus; Religion.

**Dampf und Dampfmaschine.** Von Prof. R. Vater. Mit 44 Abb. (Nr. 65.)

Schildert die inneren Vorgänge im Dampfessel und namentlich im Zylinder der Dampfmaschine, um so ein richtiges Verständnis des Wezens der Dampfmaschine und der in der Dampfmaschine sich abspielenden Vorgänge zu ermöglichen.

**Darwinismus** s. Abstammungslehre.

**Deutschland** s. a. Dorf; Fürstentum; Geschichte; Kolonien; Volksstämme; Weltwirtschaft; Wirtschaftsgeschichte.

**Dorf, das deutsche.** Von Robert Mielke. Mit 51 Abb. im Text. (Nr. 192.)

Schildert, von den Anfängen der Siedlungen in Deutschland ausgehend, wie sich mit dem Wechsel der Wohnsitze die Gestaltung des Dorfes änderte, wie mit neuen wirtschaftlichen, politischen und kulturellen Verhältnissen das Bild immer reicher wurde, bis sie im Anfange des 19. Jahrhunderts ein fast wunderbares Mosaik ländlicher Siedlungstypen darstellte, und bringt so, von der geographischen Grundlage als wichtigem Faktor in der Entwicklung des Dorfes, seiner Häuser, Gärten und Straßen ausgehend, politische, wirtschaftliche und künstlerische Gesichtspunkte gleichmäßig zur Geltung, durch ein Kapitel über die Kultur des Dorfes die durch zahlreiche Abbildungen belebte Schilderung ergänzend.

**Drama.** Das deutsche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In seiner Entwicklung dargestellt von Professor Dr. G. Witkowski. 2. Auflage. Mit einem Bildnis Hebbels. (Nr. 51.)

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Sucht in erster Linie auf historischem Wege das Verständnis des Dramas der Gegenwart anzubahnen und berücksichtigt die drei Faktoren, deren jeweilige Beschaffenheit die Gestaltung des Dramas bedingt: Kunstanschauung, Schauspielkunst und Publikum.

**Drama** s. a. Ibsen; Schiller; Shakespeare.

**Dürer.** Albrecht Dürer. Von Dr. Rudolf Wustmann. Mit 33 Abbildungen im Text. (Nr. 97.)

Eine schlichte und knappe Erzählung des gewaltigen menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Albrecht Dürers und eine Darstellung seiner Kunst, in der nacheinander seine Selbst- und Angehörigenbildnisse, die Zeichnungen zur Apokalypse, die Darstellungen von Mann und Weib, das Marienleben, die Stiftungsgemälde, die Radierungen von Rittertum, Trauer und Heiligkeit sowie die wichtigsten Werte aus der Zeit der Reife behandelt werden.

**Ehe und Eherecht.** Von Professor Dr. Ludwig Wahrmund. (Nr. 115.)  
Schildert in gebräugter Fassung die historische Entwicklung des Ehebegriffes von den orientalischen und klassischen Völkern an nach seiner natürlichen, sittlichen und rechtlichen Seite und untersucht das Verhältnis von Staat und Kirche auf dem Gebiete des Eherechts, behandelt darüber hinaus aber auch alle jene Fragen über die rechtliche Stellung der Frau und besonders der Mutter, die immer lebhafter die öffentliche Meinung beschäftigen.

**Eisenbahnen.** Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung. Von Professor Dr. F. Hahn. Mit zahlreichen Abbildungen im Text und einer Doppeltafel. (Nr. 71.)

Nach einem Rückblick auf die frühesten Zeiten des Eisenbahnbaues führt der Verfasser die moderne Eisenbahn im allgemeinen nach ihren Hauptmerkmalen vor. Der Bau des Bahnhofs, der Tunnel, die großen Brückenbauten, sowie der Betrieb selbst werden besprochen, schließlich ein Überblick über die geographische Verbreitung der Eisenbahnen gegeben.

Die technische Entwicklung der Eisenbahnen der Gegenwart. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor E. Biedermann. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. (Nr. 144.)

Nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Eisenbahnen werden die wichtigsten Gebiete der modernen Eisenbahntechnik behandelt, Oberbau, Entwicklung und Umfang der Spurbahnstrecken in den verschiedenen Ländern, die Geschichte des Lokomotivenwesens bis zur Ausbildung der Heißdampfmaschinen einerseits und des elektrischen Betriebes andererseits, sowie der Sicherung des Betriebes durch Stellwerks- und Blockanlagen.

s. a. Technik; Verkehrsentwicklung.

**Eisenhüttenwesen.** Das Eisenhüttenwesen. Erläutert in acht Vorträgen von Geh. Bergrat Professor Dr. H. Wedding. 2. Auflage. Mit 12 Figuren im Text. (Nr. 20.)

Schildert in gemeinschaftlicher Weise, wie Eisen, das unentbehrlichste Metall, erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird. Besonders wird der Hochofenprozess nach seinen chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen geschildert und die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse erörtert.

**Elektrotechnik.** Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. Rud. Blochmann. Mit 128 Abbildungen im Text. (Nr. 168.)

Eine durch lehrreiche Abbildungen unterstützte Darstellung der elektrischen Erscheinungen, ihrer Grundgesetze und ihrer Beziehungen zum Magnetismus, sowie eine Einführung in das Verständnis der zahlreichen praktischen Anwendungen der Elektrizität in den Maschinen zur Kraftzeugung, wie in der elektrischen Beleuchtung und in der Chemie.

s. a. Beleuchtungsarten; Funkentelegraphie; Telegraphie.

**England.** Englands Weltmacht in ihrer Entwicklung vom 17. Jahrhundert bis auf unsere Tage. Von W. Langenbeck. Mit 19 Bildnissen. (Nr. 174.)

Schildert nach einem Überblick über das mittelalterliche England die Anfänge der englischen Kolonialpolitik im Zeitalter der Königin Elisabeth, die innere politische Entwicklung im 17. und 18. Jahrhundert, das allmähliche Aufsteigen zur Weltmacht, den gewaltigen wirtschaftlichen und maritimen Aufschwung, sowie den Ausbau des Kolonialreiches im 18. Jahrhundert und schließt mit einer Beleuchtung über den gegenwärtigen Stand und die mutmaßliche Zukunft des britischen Weltreiches.

Jedes B

Entdeck  
S. Gün  
Mit leben  
geographi  
Kolonialhe  
britischen

Erde.  
Von Pr  
5 Doppel  
Erörtert d  
der Luftst  
Widwände

Erfindu  
Ernähru  
von wei  
Text und  
Gibt einen  
Begriffe m  
die Herkel

Erziehu  
Humboldt  
Betrachtet  
gegenwärt  
zeigt Mit  
diesem Sin  
pädagogist  
tismus, P  
Erziehung

Evolut  
Farben  
Frankr  
Frauen  
Privatdo

Das Them  
mus aufge  
als dem 3  
weiblichen  
mit den M

Frauen  
licher U  
Gibt einen  
und schilde  
Arbeit, der

Frauen  
Von Pr  
Eine Gebur  
Pflege und  
die allgem  
um sich de

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Entdeckungen.** Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Professor Dr. S. Günther. 2. Auflage. Mit einer Weltkarte. (Nr. 26.)

Mit lebendiger Darstellungsweise sind hier die großen weltbewegenden Ereignisse der geographischen Renaissancezeit ansprechend geschildert, von der Begründung der portugiesischen Kolonialherrschaft und den Fahrten des Columbus an bis zu dem Hervortreten der französischen, britischen und holländischen Seefahrer.

— f. a. Polarforschung.

**Erde.** Aus der Vorzeit der Erde. Vorträge über allgemeine Geologie. Von Professor Dr. Fr. Frey. Mit 49 Abbildungen im Text und auf 5 Doppeltafeln. (Nr. 61.)

Erörtert die interessantesten und praktisch wichtigsten Probleme der Geologie: die Tätigkeit der Vulkane, das Klima der Vorzeit, Gebirgsbildung, Korallenriffe, Talbildung und Erosion, Wildbäche und Wildbachverbauung.

— f. a. Mensch und Erde; Wirtschaftsgegeschichte.

**Erfindungsweisen** f. Gewerbe.

**Ernährung.** Ernährung und Volksnahrungsmittel. Sechs Vorträge von weil. Professor Dr. Johannes Srenzel. Mit 6 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. (Nr. 19.)

Gibt einen Überblick über die gesamte Ernährungslehre. Durch Erörterung der grundlegenden Begriffe werden die Zubereitung der Nahrung und der Verdauungsapparat besprochen und endlich die Herstellung der einzelnen Nahrungsmittel, insbesondere auch der Konserven behandelt.

— f. a. Alkoholismus; Haushalt; Kaffee; Säugling.

**Erziehung.** Moderne Erziehung in Haus und Schule. Vorträge in der Humboldt-Akademie zu Berlin. Von J. Lews. (Nr. 159.)

Betrachtet die Erziehung als Sache nicht eines einzelnen Berufes, sondern der gesamten gegenwärtigen Generation, zeichnet scharf die Schattenseiten der modernen Erziehung und zeigt Mittel und Wege für eine allseitige Durchbringung des Erziehungsproblems. In diesem Sinne werden die wichtigsten Erziehungsfragen behandelt: Die Familie und ihre pädagogischen Mängel, der Lebensmorgen des modernen Kindes, Bureaukratie und Schematismus, Persönlichkeitspädagogik, Sucht und Suchtmittel, die religiöse Frage, gemeinsame Erziehung der Geschlechter, die Armen am Geiste, Erziehung der reiferen Jugend usw.

— f. a. Jugendfürsorge; Knabenhandarbeit; Pädagogik; Schulwesen.

**Evolutionismus** f. Lebensanschauungen.

**Farben** f. Licht.

**Frankreich** f. Napoleon.

**Frauenarbeit.** Die Frauenarbeit, ein Problem des Kapitalismus. Von Privatdozent Dr. Robert Wilbrandt. (Nr. 106.)

Das Thema wird als eine der brennendsten Fragen behandelt, die uns durch den Kapitalismus aufgegeben worden sind, und behandelt von dem Verhältnis von Beruf und Mutterchaft aus, als dem zentralen Problem der ganzen Frage, die Ursachen der niedrigen Bezahlung der weiblichen Arbeit, die daraus entstehenden Schwierigkeiten in der Konkurrenz der Frauen mit den Männern, den Gegensatz von Arbeiterinnenchutz und Befreiung der weiblichen Arbeit.

**Frauenbewegung.** Die moderne Frauenbewegung. Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. Käthe Schirmacher. (Nr. 67.)

Gibt einen Überblick über die Haupttatsachen der modernen Frauenbewegung in allen Ländern und schildert eingehend die Bestrebungen der modernen Frau auf dem Gebiet der Bildung, der Arbeit, der Sittlichkeit, der Soziologie und Politik.

**Frauenkrankheiten.** Gesundheitslehre für Frauen. In acht Vorträgen. Von Privatdozent Dr. R. Sticher. Mit 13 Abbildungen im Text. (Nr. 171.)

Eine Gesundheitslehre für Frauen, die über die Anlage des weiblichen Organismus und seine Pflege unterrichtet, zeigt, wie diese bereits im Kindesalter beginnen muß, welche Bedeutung die allgemeine körperliche und geistige Hygiene insbesondere in der Zeit der Entwicklung hat, um sich dann eingehend mit dem Beruf der Frau als Gattin und Mutter zu beschäftigen.

### Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Frauenleben.** Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Direktor Dr. Ed. Otto. Mit 25 Abbildungen. (Nr. 45.)  
Gibt ein Bild des deutschen Frauenlebens von der Urzeit bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts, von Denken und Fühlen, Stellung und Wirksamkeit der deutschen Frau, wie sie sich im Wandel der Jahrhunderte darstellen.

**Friedensbewegung.** Die moderne Fr. Von Alfred H. Fried. (Nr. 157.)  
Entwickelt das Wesen und die Ziele der Friedensbewegung, gibt dann eine Darstellung der Schöpsgerichtsbarkeit in ihrer Entwicklung und ihrem gegenwärtigen Umfang mit besonderer Berücksichtigung der hohen Bedeutung der Haager Friedenskonferenz, beschäftigt sich hierauf mit dem Abrüstungsproblem und gibt zum Schluß einen eingehenden Überblick über die Geschichte der Friedensbewegungen und eine chronologische Darstellung der für sie bedeutsamen Ereignisse.

— f. a. Recht.

**Friedrich Fröbel.** Sein Leben und sein Wirken. Von Adele v. Portugall. Mit 5 Tafeln. (Nr. 82.)

Lehrt die grundlegenden Gedanken der Methode Fröbels kennen und gibt einen Überblick seiner wichtigsten Schriften mit Betonung aller jener Kernaussprüche, die treuen und oft ratiolosen Müttern als Wegweiser in Ausübung ihres hehrsten und heiligsten Berufes dienen können.

**Sunfentelegraphie.** Die Sunfentelegraphie. Von Ober-Postpraktikant H. Thurn. Mit 53 Illustrationen. (Nr. 167.)

Nach einer Übersicht über die elektrischen Vorgänge bei der Sunfentelegraphie und einer eingehenden Darstellung des Systems Telefunken werden die für die verschiedenen Anwendungsgebiete erforderlichen einzelnen Konstruktionsstufen vorgeführt, (Schiffstationen, Landstationen, Militärstationen und solche für den Eisenbahndienst), wobei nach dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik in jüngster Zeit ausgeführte Anlagen beschrieben werden. Danach wird der Einfluß der Sunfentelegraphie auf Wirtschaftsverlehr und das Wirtschaftsleben (im Handels- und Kriegseenderteleh, für den Heeresdienst, für den Wetterdienst usw.) sowie im Anschluß daran die Regelung der Sunfentelegraphie im deutschen und internationalen Verlehr erörtert.

**Fürsorgewesen** f. Jugendfürsorge.

**Fürstentum.** Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen. Von Professor Dr. E. Hubrich. (Nr. 80.)

Der Verfasser zeigt in großen Umrissen den Weg, auf dem deutsches Fürstentum und deutsche Volksfreiheit zu dem in der Gegenwart geltenden wechselseitigen Ausgleich gelangt sind, unter besonderer Berücksichtigung der preußischen Verfassungsverhältnisse, wobei nach kürzerer Beleuchtung der älteren Verfassungszustände der Verfasser die Begründung des fürstlichen Absolutismus und demgegenüber das Erwachen, Fortschreiten und Siegen des modernen Konstitutionalismus eingehend bis zur Entstehung der preußischen Verfassung und zur Begründung des deutschen Reiches schildert.

— f. a. Geschichte; Verfassung.

**Gasmaschinen** f. Wärmekraftmaschinen.

**Geisteskrankheiten.** Von Anstaltsoberarzt Dr. Georg Ilberg. (Nr. 151.)

Erörtert das Wesen der Geisteskrankheiten und an eingehend zur Darstellung gelangenden Beispielen die wichtigsten Formen geistiger Erkrankung, um so ihre Kenntnis zu fördern, die richtige Beurteilung der Zeichen geistiger Erkrankung und damit eine rechtzeitig verändnisvolle Behandlung derselben zu ermöglichen.

**Geistesleben** f. Mensch.

**Geographie** f. Dorf; Entdeckungen; Japan; Kolonien; Mensch; Palästina; Polarforschung; Städte; Volksstämme; Wirtschaftsleben.

**Geologie** f. Erde.

**Germanen.** Germanische Kultur in der Urzeit. Von Prof. Dr. G. Steinhausen. Mit 17 Abbildungen. (Nr. 75.)

Das Buchlein beruht auf eingehender Quellenforschung und gibt in fesselnder Darstellung einen Überblick über germanisches Leben von der Urzeit bis zur Berührung der Germanen mit der römischen Kultur.

Jedes B

**Germa**  
Der Verfa  
Lebens na  
überall be  
Sülle mit

**Geschi**  
Von Pro  
Bietet eine  
zöischen R  
politischen.  
Zusammen  
einflußtreid

schiöhte.  
Ein knapp  
Neuzeit, de  
eingegriffe  
großer un  
einjt getrd

— 1  
Bringt au  
Ereignisse  
in ihrer b

der deut

der Geg

— 1  
deutschen  
Die 3 Bän  
Geschichte  
das Leben  
des ersten  
aller Hoffn  
mit der 3  
des Prinze  
Bismarck  
schiedener

— 1  
dedunge  
technit; l  
Münze;  
Städtem

**Gesund**  
Professo  
Mit zah  
In klarer  
bedingung  
Körper, üb  
erzeugende

— 1  
krankhei  
Nerven

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

### Germanen. Germanische Mythologie. Von Dr. Jul. v. Negelein. (Nr. 95.)

Der Verfasser gibt ein Bild germanischen Glaubenslebens, indem er die Äußerungen religiösen Lebens namentlich auch im Kultus und in den Gebräuchen des Aberglaubens aufsucht, sich überall bestrebt, das zugrunde liegende psychologische Motiv zu entdecken, die verwirrende Fülle mythischer Tatsachen und einzelner Namen aber demgegenüber zurücktreten läßt.

### Geschichte. Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von Professor Dr. K. Th. v. Heigel. (Nr. 129.)

Bietet eine knappe Darstellung der wichtigsten politischen Ereignisse vom Ausbruche der französischen Revolution bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts, womit eine Schilderung der politischen Ideen Hand in Hand geht und wobei überall Ursache und Wirkung, d. h. der innere Zusammenhang der einzelnen Vorgänge, dargelegt, auch Sinnesart und Taten wenigstens der einflussreichsten Persönlichkeiten gewürdigt werden.

### — Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Professor Dr. Otto Kar Weber. 2 Bändchen. (Nr. 123. 124.)

Ein knappes und doch eindrucksvolles Bild der nationalen und kulturellen Entwicklung der Neuzeit, das aus den vier Jahrhunderten je drei Persönlichkeiten herausgreift, die bestimmend eingegriffen haben in den Werdegang deutscher Geschichte. Der große Reformator, Regenten großer und kleiner Staaten, Generale, Diplomaten kommen zu Wort. Was Martin Luther einst geträumt: ein nationales deutsches Kaiserreich, unter Bismarck steht es begründet da.

### — 1848. Sechs Vorträge von Professor Dr. Otto Kar Weber. (Nr. 53.)

Bringt auf Grund des überreichen Materials in knapper Form eine Darstellung der wichtigen Ereignisse des Jahres 1848, dieser nahezu über ganz Europa verbreiteten großen Bewegung in ihrer bis zur Gegenwart reichenden Wirkung.

### — Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 37.)

— Die Reaktion und die neue Ära. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der Gegenwart. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 101.)

### — Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer. (Nr. 102.)

Die 3 Bändchen geben zusammen eine in Auffassung und Darstellung durchaus eigenartige Geschichte des deutschen Volkes im 19. Jahrhundert. „Restauration und Revolution“ behandelt das Leben und Streben des deutschen Volkes in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, von dem ersten Aufleuchten des Gedankens des nationalen Staates bis zu dem tragischen Fehlschlagen aller Hoffnungen in der Mitte des Jahrhunderts. „Die Reaktion und die neue Ära“, beginnend mit der Zeit der Ermattung nach dem großen Aufschwung von 1848, stellt in den Mittelpunkt des Prinz von Preußen und Otto von Bismarcks Schaffen. „Vom Bund zum Reich“ zeigt uns Bismarck mit festerer Hand die Grundlage des Reiches vorbereitend und dann immer entschiedener allem Geschehenen das Gepräge seines Geistes verleihend.

— s. a. Amerika; Bildungswesen; Deutschland; Dorf; England; Entdeckungen; Frauenleben; Fürstentum; Germanen; Japan; Jesuiten; Ingenieurtechnik; Kalender; Kriegswesen; Kultur; Kunst; Literaturgeschichte; Luther; Münze; Musik; Napoleon; Palästina; Philosophie; Pompeji; Rom; Schulwesen; Städtewesen; Verfassung; Volksstämme; Welthandel; Wirtschaftsgeschichte.

### Gesundheitslehre. Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre. Von Professor Dr. H. Buchner. 2. Auflage, besorgt von Professor Dr. M. Gruber. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. (Nr. 1.)

In klarer und überaus fesselnder Darstellung unterrichtet der Verfasser über die äußeren Lebensbedingungen des Menschen, über das Verhältnis von Luft, Licht und Wärme zum menschlichen Körper, über Kleidung und Wohnung, Bodenverhältnisse und Wasserversorgung, die Krankheiten erzeugenden Pilze und die Infektionskrankheiten, kurz über wichtige Fragen der Hygiene.

— s. a. Alkoholismus; Auge; Ernährung; Frauenkrankheiten; Geisteskrankheiten; Gymnastik; Haushalt; Heilwissenschaft; Krankenpflege; Mensch; Nervensystem; Säugling; Schulhygiene; Stimme; Tuberkulose.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 M., geschmackvoll gebunden 1 M. 25 Pfg.

**Gewerbe.** Der gewerbliche Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanwalt B. Tollsdorf. (Nr. 138.)

Nach einem allgemeinen Überblick über Entstehung und Entwicklung des gewerblichen Rechtsschutzes und einer Bestimmung der Begriffe Patent und Erfindung wird zunächst das deutsche Patentrecht behandelt, wobei der Gegenstand des Patentbesitzes, der Patentberechtigte, das Verfahren in Patentfällen, die Rechte und Pflichten des Patentinhabers, das Erlöschen des Patentrechtes und die Verletzung und Annäherung des Patentschutzes erörtert werden. Sodann wird das Muster- und Warenzeichenrecht dargestellt und dabei besonders Art und Gegenstand der Muster, ihre Nachbildung, Eintragung, Schutzdauer und Löschungargelegt. Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit den internationalen Verträgen und dem Ausstellungsschutz. Zum Schluß wird noch die Stellung der Patentanwälte besprochen.

— f. a. Buchgewerbe; Pflanzen.

**Gymnastik.** Deutsches Ringen nach Kraft und Schönheit. Aus den literarischen Zeugnissen eines Jahrhunderts gesammelt. Von Turninspektor Karl Möller. I. Band: Von Schüler bis Lange. (Nr. 188.)

Will für die die Gegenwart bewegenden Probleme einer harmonischen Entfaltung aller Kräfte des Körpers und Geistes die wichtigsten Zeugnisse aus den Schriften unserer führenden Geister beibringen. Das erste Bändchen enthält Aussprüche und Auffätze von Schüler, Goeths, Jean Paul, Guismuths, Jahn, Diesterweg, Roggmüller, Spieß, Fr. Th. Ditscher und Fr. A. Lange.

Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Professor Dr. R. Zander. 2. Auflage. Mit 19 Abbildungen. (Nr. 13.)

Will darüber aufklären, weshalb und unter welchen Umständen die Leibesübungen segensreich wirken, indem es ihr Wesen, andererseits die in Betracht kommenden Organe bespricht; erörtert besonders die Wechselbeziehungen zwischen körperlicher und geistiger Arbeit, die Leibesübungen der Frauen, die Bedeutung des Sportes und die Gefahren der sportlichen Übertreibungen.

— f. a. Gesundheitslehre.

**Handfertigkeit** f. Knabenhandarbeit.

**Handwerk.** Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Direktor Dr. E. D. Otto. 2. Aufl. Mit 27 Abb. auf 8 Tafeln. (Nr. 14.)

Eine Darstellung der Entwicklung des deutschen Handwerks bis in die neueste Zeit, der großen Umwälzung aller wirtschaftlichen Verhältnisse im Zeitalter der Eisenbahnen und Dampfmaschinen und der Handwerkerbewegungen des 19. Jahrhunderts, wie des älteren Handwerkslebens, seiner Sitten, Bräuche und Dichtung.

**Haus.** Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Professor Dr. Rudolf Meringer. Mit 106 Abbildungen, darunter 85 von Professor A. von Schroetter. (Nr. 116.)

Das Buch will das Interesse an dem deutschen Haus, wie es geworden ist, fördern; mit zahlreichen künstlerischen Illustrationen ausgestattet, behandelt es nach dem „Herbhaus“ das oberdeutsche Haus, führt dann anschaulich die Einrichtung der für dieses charakteristischen Stube, den Ofen, den Tisch, das Eggerät vor und gibt einen Überblick über die Herkunft von Haus und Hausrat.

Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Regierungsbaumeister a. D. Chr. Rand. Mit 70 Abbildungen. (Nr. 121.)

Der Verfasser führt den Leser in das Haus des germanischen Landwirtes und zeigt dessen Entwicklung, wendet sich dann dem Hause der skandinavischen Bauern zu, um hierauf die Entwicklung des deutschen Bauernhauses während des Mittelalters darzustellen und mit einer Schilderung der heutigen Form des deutschen Bauernhauses zu schließen.

— f. a. Kunst.

**Haushalt.** Die Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. J. Bongardt. 2 Bändchen. (Nr. 125. 126.)

I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die Gesundheit der Familie? Mit 31 Abbildungen.

II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute Nahrung? Mit 17 Abbildungen.

Selbst gebildete Hausfrauen können sich Fragen nicht beantworten wie die, weshalb sie z. B. kondensierte Milch auch in der heißen Zeit in offenen Gefäßen aufbewahren können, weshalb sie hartem Wasser Soda zusetzen, weshalb Obst in kupfernen Kessel nicht erhitzen soll. Da

Jedes B

soll hier  
das natur  
auch solch

**Haus**  
Abbildu  
Das Bänd  
chemischen  
So werden  
und pflan

**Hand**

**Hebeze**  
Professo  
Will, ohn  
Hand zahl  
weiteren  
luftförmig  
umterzogen  
vorrichtun

**Heilwi**  
Wissens.  
Will in de  
aus einfü  
fähigkeit u  
der Behan

und Leb  
Behandelt  
stehen, beso  
heiten zu f

sundheits

**Herbar**  
Herbarts  
Herbarts  
Indes jelm  
Gedanteng  
sein, dessen

**Hilfs**  
Es wird i  
der vorha  
gestellt, w  
wistung u

**Ho**

Mit zah  
Gibt, von  
Ausstatun  
Hervorhebt  
Studierend

**Japan.**  
Dr. K. R  
Schildert a  
Wirtschafts  
Verständn  
Landes in

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Soll hier an der Hand einfacher Beispiele, unterstützt durch Experimente und Abbildungen, das naturwissenschaftliche Denken der Leserinnen so geschult werden, daß sie befähigt werden, auch solche Fragen selbst zu beantworten, die das Buch unberücksichtigt läßt.

**Haushalt.** Chemie in Küche und Haus. Von Professor Dr. G. Abel. Mit Abbildungen im Text und einer mehrfarbigen Doppeltafel. (Nr. 76.)

Das Bändchen will Gelegenheit bieten, die in Küche und Haus täglich sich vollziehenden chemischen und physikalischen Prozesse richtig zu beobachten und nutzbringend zu verwerten. So werden Heizung und Beleuchtung, vor allem aber die Ernährung erörtert, werden tierische und pflanzliche Nahrungsmittel, Genussmittel und Getränke behandelt.

— f. a. Kaffee.

**Handn** f. Musik.

**Hebezeuge.** Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Professor Dr. Richard Vater. Mit 67 Abbildungen im Text. (Nr. 196.)

Will, ohne umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der Mechanik vorauszusetzen, an der Hand zahlreicher einfacher Skizzen das Verständnis für die Wirkung der Hebezeuge einem weiteren Kreise zugänglich machen. So werden die Hebe-Vorrichtungen fester, flüssiger und luftförmiger Körper nach dem neuesten Stand der Technik einer ausführlichen Betrachtung unterzogen, wobei wichtigere Abschnitte, wie: Hebel und schiefe Ebene, Druckwasserhebevorrichtungen, Zentrifugalpumpen, Gebläse usw. besonders eingehend behandelt sind.

**Heilwissenschaft.** Die moderne. Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Badearzt Dr. S. Ebel. (Nr. 25.)

Will in den Inhalt des ärztlichen Wissens und Könnens von einem allgemeineren Standpunkte aus einführen, indem die geschichtliche Entwicklung der medizinischen Grundbegriffe, die Leistungsfähigkeit und die Fortschritte der modernen Heilkunst, die Beziehungen zwischen der Diagnose und der Behandlung der Krankheit, sowie die Grenzen der modernen Diagnostik behandelt werden.

— Der Aberglaube in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Professor Dr. D. von Hansemann. (Nr. 83.)

Behandelt alle menschlichen Verhältnisse, die in irgend einer Beziehung zu Leben und Gesundheit stehen, besonders mit Rücksicht auf viele schädliche Arten des Aberglaubens, die geeignet sind, Krankheiten zu fördern, die Gesundheit herabzusetzen und auch in moralischer Beziehung zu schädigen.

— f. a. Anatomie; Auge; Frauenkrankheiten; Geisteskrankheiten; Gesundheitslehre; Krankenpflege; Nervensystem; Säugling.

**Herbarts Lehren und Leben.** Von Pastor O. Flügel. Mit 1 Bildnisse Herbarts. (Nr. 164.)

Herbarts Lehre zu lernen, ist für den Philosophen wie für den Pädagogen gleich wichtig. Indes seine eigenartige Terminologie und Deduktionsweise erschwert das Einleben in seine Gedankengebäude. Flügel versteht es mit musterhaftem Geschick, der Interpret des Meisters zu sein, dessen Werdegang zu prüfen, seine Philosophie und Pädagogik gemeinverständlich darzustellen.

**Hilfsschulwesen.** Vom. Von Rektor Dr. B. Maennel. (Nr. 73.)

Es wird in kurzen Zügen eine Theorie und Praxis der Hilfsschulpädagogik gegeben. An Hand der vorhandenen Literatur und auf Grund von Erfahrungen wird nicht allein zusammengestellt, was bereits geleistet worden ist, sondern auch hervorgehoben, was noch der Entwicklung und Bearbeitung harret.

— f. a. Geisteskrankheiten; Jugendfürsorge.

**Hochschulen, Technische,** in Nordamerika. Von Prof. Dr. S. Müller. Mit zahlreichen Textabbildungen, einer Karte und Lageplan. (Nr. 190.)

Gibt, mit lehrreichen Abbildungen unterstützt, einen anschaulichen Überblick über Organisation, Ausstattung und Unterrichtsbetrieb der amerikanischen technischen Hochschulen unter besonderer Hervorhebung der sie kennzeichnenden Merkmale: enge Fühlung zwischen Lehrern und Studierenden und vorwiegend praktische Tätigkeit in Laboratorien und Werkstätten.

**Japan.** Die Japaner und ihre wirtschaftliche Entwicklung. Von Prof. Dr. K. Rathgen. (Nr. 72.)

Schildert auf Grund langjähriger eigener Erfahrungen in Japan Land und Leute, Staat und Wirtschaftsleben sowie die Stellung Japans im Weltverkehr und ermöglicht so ein wirkliches Verständnis für die staunenswerthe (wirtschaftliche und politische) innere Neugestaltung des Landes in den letzten Jahrzehnten.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

### Japan s. a. Kunst.

**Ibsen.** Henrik Ibsen, Björnlijerne Björnson und ihre Zeitgenossen. Von Professor Dr. B. Kahle. (Nr. 195.)

Ein großes Büchlein wird die Entwicklung und die Eigenart der beiden größten Dichter Norwegens dargestellt, einmal auf der Grundlage der Besonderheiten des norwegischen Volkes, andererseits im Zusammenhang mit den kulturellen Strömungen der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, durch die ergänzende Schilderung von 5 anderen norwegischen Dichtern (Lie, Kielland, Stram, Garborg, Hamsun) erweitert sich die Darstellung zu einem Bild der jüngsten geistigen Entwicklung des uns Deutschen so nahestehenden norwegischen Volkes.

**Idealismus** s. Lebensanschauungen; Rousseau.

**Jesuiten.** Die Jesuiten. Eine historische Skizze von Professor Dr. H. Boehmer. 2., vermehrte und verbesserte Auflage. (Nr. 49.)

Ein Büchlein nicht für oder gegen, sondern über die Jesuiten, also der Versuch einer gerechten Würdigung des vielgenannten Ordens, das nicht nur von der sogenannten Jesuitenmoral oder von der Ordensverfassung, sondern auch von der Jesuitenschule, von den Leistungen des Ordens auf dem Gebiete der geistigen Kultur, von dem Jesuitenstaate usw. handelt.

**Jesus.** Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zu einem quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Lic. Prof. Dr. H. Weinel. 2. Aufl. (Nr. 46.)

Will gegenüber kirchlicher und nichtkirchlicher Allegorisierung der Gleichnisse Jesu mit ihrer richtigen, wörtlichen Auffassung bekannt machen und verbindet damit eine Einführung in die Arbeit der modernen Theologie.

— Jesus und seine Zeitgenossen. Von Pastor K. Bonhoff. (Nr. 89.)

Die ganze Herbeität und köstliche Frische des Volkskinde, die hinreißende Hochherzigkeit und prophetische Überlegenheit des genialen Volksmannes, die reife Weisheit des Jüngerbildners und die religiöse Tiefe und Weite des Evangeliumverklärers von Nazareth wird er empfunden, wenn man ihn in seinem Verkehr mit den ihn umgebenden Menschengestalten, Volks- und Parteigruppen zu verstehen sucht, wie es dieses Büchlein tun will.

— Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Pfarrer Dr. Paul Mehlhorn. (Nr. 137.)

Will zeigen, was von dem im Neuen Testament uns überlieferten Leben Jesu als wirklicher Tatbestand festzuhalten, was als Sage oder Dichtung zu betrachten ist, durch Darlegung der Grundsätze, nach denen die Scheidung des geschichtlich Glaubwürdigen und der es umrankenden Phantastengebilde vorzunehmen ist und durch Vollziehung der so gekennzeichneten Art chemischer Analyse an den wichtigsten Stoffen des „Lebens Jesu“.

— s. a. Bibel; Christentum; Religion.

**Illustrationskunst.** Die deutsche Illustration. Von Professor Dr. Rudolf Kauffsch. Mit 35 Abbildungen. (Nr. 44.)

Behandelt ein besonders wichtiges und lehrreiches Gebiet der Kunst und leistet zugleich, indem es an der Hand der Geschichte das Charakteristische der Illustration als Kunst zu erforschen sucht, ein gut Teil „Kunsterziehung“.

— s. a. Buchgewerbe.

**Industrie, chemische,** s. Pflanzen; Technik.

**Infinitesimalrechnung.** Einführung in die Inf. mit einer histor. Übersicht. Von Professor Dr. Gerhard Kowalewski. Mit 18 Fig. (Nr. 197.)

Bietet in allgemeinverständlicher Form eine Einführung in die Infinitesimalrechnung, ohne die heute eine streng wissenschaftliche Behandlung der Naturwissenschaften unmöglich ist, die die nicht sowohl in dem Kalkül selbst, als vielmehr in der gegenüber der Elementarmathematik veränderten Betrachtungsweise unter den Gesichtspunkten der Kontinuität und des Unendlichen liegenden Schwierigkeiten zu überwinden lehren will.

Jedes

Ingen  
Von B  
führt e  
und wir  
läufer d  
dungen

43 Ab  
zeigt in  
technik d  
dasselbst,  
und der

Israe

Juge

(Nr. 1  
Band 1  
Band 1  
werblich  
Erörtert  
zeigt zu  
werden  
Fürjorg  
Anstalts  
und der  
die für

Kaffe

geträ

Ebehand  
gehende  
und der  
Ware, 1

Kale

Erklärt  
und sch  
gehend,  
ihre Et  
gangen

Kant

Dr. O  
Kant h  
Völler  
hat sich  
historisch  
hinaus:  
Zeit ist

Kind

Knal

Dr. A  
Gebt ei  
Stellun  
Erziehu  
zum S.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 M., geschmackvoll gebunden 1 M. 25 Pfg.

**Ingenieurtechnil.** Schöpfungen der Ingenieurtechnil der Neuzeit. Von Baurat Kurt Merdel. 2. Auflage. Mit 55 Abbildungen. (Nr. 28.)

Führt eine Reihe hervorragender und interessanter Ingenieurbauten nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung vor: die Gebirgsbahnen, die Bergbahnen, und als deren Vorläufer die bedeutenden Gebirgsstraßen der Schweiz und Tirols, die großen Eisenbahnverbindungen in Asien, endlich die modernen Kanal- und Hafengebäude.

— Bilder aus der Ingenieurtechnil. Von Baurat Kurt Merdel. Mit 43 Abbildungen im Text und auf einer Doppeltafel. (Nr. 60.)

Zeigt in einer Schilderung der Ingenieurbauten der Bahnhöfe und Assisen, der Ingenieurtechnil der alten Ägypter unter vergleichender Behandlung der modernen Irrigationsanlagen daselbst, der Schöpfungen der antiken griechischen Ingenieure, des Städtebaus im Altertum und der römischen Wasserleitungsbauten die hohen Leistungen der Völker des Altertums.

**Israel** s. Religion.

**Jugend-Sürsorge.** Von Direktor Dr. Joh. Peterßen. 2 Bände. (Nr. 161. 162.)

Band I: Die öffentliche Sürsorge für die hilfsbedürftige Jugend.

Band II: Die öffentliche Sürsorge für die sittlich gefährdete und die gewerblich tätige Jugend.

Erörtert alle das Sürsorgewesen betreffenden Fragen, deutet die ihm anhaftenden Mängel auf, zeigt zugleich aber auch die Mittel und Wege zu ihrer Beseitigung. Besonders eingehend werden behandelt in dem 1. Bändchen das Vormundschaftsrecht, die Säuglingssterblichkeit, die Sürsorge für uneheliche Kinder, die Gemeindevaisenpflege, die Vor- und Nachteile der Anstalts- und Familienpflege, in dem 2. Bändchen die gewerbliche Ausnutzung der Kinder und der Kinderarbeit im Gewerbe, die Kriminalität der Jugend und die Zwangs-erziehung, die Sürsorge für die schulentlassene Jugend.

**Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Aufgussgetränke.** Von Prof. Dr. A. Wiefel. Mit 24 Abb. u. 1 Karte. (Nr. 132.)

Behandelt, durch zweckentsprechende Abbildungen unterstützt, Kaffee, Tee und Kakao eingehend, Mate und Kola kürzer, in bezug auf die botanische Abstammung, die natürliche Verbreitung der Stammpflanzen, die Verbreitung ihrer Kultur, die Wachstumsbedingungen und die Kulturmethoden, die Erntezeit und die Ernte, endlich die Gewinnung der fertigen Ware, wie der Weltmarkt sie aufnimmt, aus dem geernteten Produkte.

— s. a. Botanik; Ernährung; Haushalt.

**Kalender.** Der Kalender. Von Professor Dr. W. S. Wislicenus. (Nr. 69.)

Erklärt die astronomischen Erscheinungen, die für unsere Zeitrechnung von Bedeutung sind, und schildert die historische Entwicklung des Kalenderwesens vom römischen Kalender ausgehend, den Weggang der christlichen Kalender bis auf die neueste Zeit verfolgend, setzt ihre Einrichtungen auseinander und lehrt die Berechnung kalendrischer Angaben für Vergangenheit und Zukunft, sie durch zahlreiche Beispiele erläuternd.

**Kant.** Immanuel Kant; Darstellung und Würdigung. Von Professor Dr. O. Külpe. Mit einem Bildnisse Kants. (Nr. 146.)

Kant hat durch seine grundlegenden Werke ein neues Fundament für die Philosophie aller Völker und Zeiten geschaffen. Dieses in seiner Tragfähigkeit für moderne Ideen darzustellen, hat sich der Verfasser zur Aufgabe gestellt. Es ist ihm gelungen, den wirklichen Kant mit historischer Treue zu schildern und doch auch zu beleuchten, wie die Nachwelt berufen ist, hinauszustreben über die Anschauungen des gewaltigen Denkers, da auch er ein Kind seiner Zeit ist und manche seiner Lehrmeinungen vorgänglicher Art sein müssen.

— s. a. Philosophie.

**Kinderpflege** s. Säugling.

**Knabenhandarbeit,** Die, in der heutigen Erziehung. Von Seminarlehrer Dr. Alw. Pabst. Mit 21 Abbildungen im Text und 1 Titelbild. (Nr. 140.)

Gibt einen Überblick über die Geschichte des Knabenhandarbeitsunterrichts, untersucht seine Stellung im Lichte der modernen pädagogischen Strömungen und erörtert seinen Wert als Erziehungsmittel, erörtert sodann die Art des Betriebes in den verschiedenen Schulen und gibt zum Schluß eine vergleichende Darstellung der Systeme in den verschiedenen Ländern.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 M., geschmackvoll gebunden 1 M. 25 Pfg.

**Kolonien.** Die deutschen Kolonien. Land und Leute. Von Dr. Adolf Heilborn. Mit zahlreichen Abbildungen und 2 Karten. (Nr. 98.)

Bringt auf engem Raume eine durch Abbildungen und Karten unterstützte, wissenschaftlich genaue Schilderung der deutschen Kolonien, sowie eine einwandfreie Darstellung ihrer Völker nach Nahrung und Kleidung, Haus und Gemeindeleben, Sitte und Recht, Glaube und Aberglaube, Arbeit und Vergnügen, Gewerbe und Handel, Waffen und Kampfweise.

— f. a. Botanik; England.

**Kraftfahrzeuge** f. Automobil.

**Krankenpflege.** Vorträge gehalten von Chefarzt Dr. B. Leid. (Nr. 152.)

Gibt zunächst einen Überblick über Bau und Funktion der inneren Organe des Körpers und deren hauptsächlichsten Erkrankungen und erörtert dann die hierbei zu ergreifenden Maßnahmen. Besonders eingehend wird die Krankenpflege bei Infektionskrankheiten sowie bei plötzlichen Unglücksfällen und Erkrankungen behandelt.

— f. a. Gesundheitslehre.

**Kriegswesen.** Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert. Zwanglose Skizzen von Major O. von Sothen. Mit 9 Übersichtskärtchen. (Nr. 59.)

In einzelnen Abschnitten wird insbesondere die Napoleonische und Moltjesche Kriegsführung an Beispielen (Jena-Königgrätz-Seban) dargestellt und durch Kartenstizzen erläutert. Damit verbunden sind kurze Schilderungen der preussischen Armee von 1806 und nach den Befreiungskriegen, sowie nach der Reorganisation von 1860, endlich des deutschen Heeres von 1870 bis zur Jetztzeit.

— Der Seefrieg. Seine geschichtliche Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von Kurt Freiherr von Malzahn, Vize-Admiral a. D. (Nr. 99.)

Der Verf. bringt den Seefrieg als Kriegsmittel wie als Mittel der Politik zur Darstellung, indem er zunächst die Entwicklung der Kriegsflotte und der Seefriegsmittel schildert und dann die heutigen Weltwirtschaftsstaaten und den Seefrieg behandelt, wobei er besonders das Abhängigkeitsverhältnis, in dem unsere Weltwirtschaftsstaaten kommerziell und politisch zu den Verkehrswegen der See stehen, darstellt.

**Kultur.** Die Anfänge der menschlichen Kultur. Von Prof. Dr. Ludwig Stein. (Nr. 93.)

Behandelt in der Überzeugung, daß die Kulturprobleme der Gegenwart sich uns nur durch einen tieferen Einblick in ihren Werdegang erschließen, Natur und Kultur, den vorgegeschichtlichen Menschen, die Anfänge der Arbeitsteilung, die Anfänge der Rassenbildung, ferner die Anfänge der wirtschaftlichen, intellektuellen, moralischen und sozialen Kultur.

— f. a. Buchgewerbe; Dorf; Germanen; Geschichte; griech. Städtebilder.

**Kunst.** Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Direktor Dr. Theodor Volbehr. Mit 44 Abbildungen. (Nr. 68.)

Führt von einem neuen Standpunkte aus in das Verständnis des Wesens der bildenden Kunst ein, erörtert die Grundlagen der menschlichen Gestaltungskraft und zeigt, wie das künstlerische Interesse sich allmählich weitere und immer weitere Stoffgebiete erobert.

— Deutsche Kunst im täglichen Leben bis zum Schlusse des 18. Jahrhunderts. Von Prof. Dr. Berthold Haendke. Mit zahlr. Abb. (Nr. 198.)  
Schildert an der Hand zahlreicher Abbildungen, wie die Kunst, vorwiegend die angewandte, im Laufe der Jahrhunderte das deutsche Heim in Burg, Schloß und Haus behaglich gemacht und geschmückt hat, verfolgt durch etwa tausend Jahre, wie die einzelnen Gebrauchs- und Luxusgegenstände des täglichen Lebens entstanden sind und sich gewandelt haben, und stellt so einen Abriss der Geschichte des Kunstgewerbes und des häuslichen Daseins unserer Vorfahren dar.

— **Kunstpfllege in Haus und Heimat.** Von Superintendent R. Bürkner. Mit 14 Abbildungen. (Nr. 77.)

Will, ausgehend von der Überzeugung, daß zu einem vollen Menschensein und Volkstum die Pfllege des Schönen unabweisbar gehört, die Augen zum rechten Sehen öffnen lehren und die ganze Lebensführung, Kleidung und Häuslichkeit ästhetisch gestalten, um so auch zur Erkenntnis dessen zu führen, was an Heimatkunst und Heimatshag zu hegen ist, und auf diesem großen Gebiete persönlichen und allgemeinen ästhetischen Lebens ein praktischer Ratgeber sein.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 M., geschmackvoll gebunden 1 M. 25 Pfg.

**Kunst.** Die ostasiatische Kunst und ihre Einwirkung auf Europa. Von Direktor Dr. R. Graul. Mit 49 Abb. im Text und auf 1 Doppeltafel. (Nr. 87.) Bringt die bedeutungsvolle Einwirkung der japanischen und chinesischen Kunst auf die europäische zur Darstellung unter Mittheilung eines reichen Bildermaterials, den Einfluß Chinas auf die Entwicklung der zum Relief drängenden freien Richtungen in der dekorativen Kunst des 18. Jahrhunderts wie den auf die Entwicklung des 19. Jahrhunderts. Der Verfasser weist auf die Beziehungen der Malerei und Farbendruckkunst Japans zum Impressionismus der modernen europäischen Kunst hin.

— f. a. Baukunst; Buchgewerbe; Dürer; Städtebilder; Illustrationskunst; Rembrandt; Schriftwesen.

**Leben.** Die Erscheinungen des Lebens. Grundprobleme der modernen Biologie. Von Privatdozent Dr. H. Miehe. Mit 40 Figuren im Text. (Nr. 130.) Versucht eine umfassende Totalansicht des organischen Lebens zu geben, indem nach einer Erörterung der spekulativen Vorstellungen über das Leben und einer Beschreibung des Protoplasmas und der Zelle die hauptsächlichsten Äußerungen des Lebens behandelt werden, als Entwicklung, Ernährung, Atmung, das Sinnesleben, die Fortpflanzung, der Tod, die Variabilität und im Anschluß daran die Theorien über Entstehung und Entwicklung der Lebewelt, sowie die mannigfachen Beziehungen der Lebewesen untereinander.

**Lebensanschauungen.** Sittliche Lebensanschauungen der Gegenwart. Von Professor Dr. Otto Kirn. (Nr. 177.)

Übt verständnisvolle Kritik an den Lebensanschauungen des Naturalismus, der sich wohl um die Gesunderhaltung der natürlichen Grundlagen des sittlichen Lebens Verdienste erworben, aber seine Ziele nicht zu begründen vermag, des Utilitarismus, der die Menschheit wohl weiter hinaus aber nicht höher hinauf zu bilden lehrt, des Evolutionismus, der auch seinerseits den alten Streit zwischen Egoismus und Altruismus nicht entscheiden kann, an der ästhetischen Lebensauffassung, deren Gefahr in der Überschätzung der schönen Form liegt, die nur als Kleid eines bedeutungsvollen Inhalts Berechtigung hat, um dann für das überlegene Recht des sittlichen Idealismus einzutreten, indem es dessen folgerichtige Durchführung in der christlichen Weltanschauung aufweist.

**Leibesübungen** f. Gymnastik.

**Licht.** Das Licht und die Farben. Sechs Vorlesungen. Von Professor Dr. L. Graetz. 2. Auflage. Mit 116 Abbildungen. (Nr. 17.)

Führt, von den einfachsten optischen Erscheinungen ausgehend, zur tieferen Einsicht in die Natur des Lichtes und der Farben, behandelt, ausgehend von der scheinbar geradlinigen Ausbreitung, Zurückwerfung und Brechung des Lichtes, das Wesen der Farben, die Beugungsercheinungen und die Photographie.

— f. a. Beleuchtungsarten; Chemie.

**Literaturgeschichte** f. Buchgewerbe; Drama; Ibsen; Schiller; Shakespeare; Volkslied.

**Luther.** Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein kritischer Bericht. Von Professor Dr. H. Boehmer. (Nr. 113.)

Versucht durch sorgfältige historische Untersuchung eine erschöpfende Darstellung von Luthers Leben und Wirken zu geben, die Persönlichkeit des Reformators aus ihrer Zeit heraus zu erfassen, ihre Schwächen und Stärken beleuchtend zu einem wahrheitsgetreuen Bilde zu gelangen, und gibt so nicht nur ein psychologisches Porträt, sondern bietet zugleich ein interessantes Stück Kulturgeschichte.

— f. a. Geschichte.

**Mädchenschule.** Die höhere Mädchenschule in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin. (Nr. 65.)

Bietet aus berufener Feder eine Darstellung der Ziele, der historischen Entwicklung, der heutigen Gestalt und der Zukunftsaufgaben der höheren Mädchenschulen.

— f. a. Bildungswesen; Schulwesen.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Mathematik.** Mathematische Spiele. Von Dr. W. Ahrens. Mit 1 Titelbild und 69 Figuren im Text. (Nr. 170.)

Sucht in das Verständnis all der Spiele, die „ungleich voll von Nachdenken“ vergnügen, weil man bei ihnen rechnet, ohne Voraussetzung irgend welcher mathematischer Kenntnisse einzuführen und so ihren Reiz für Nachdenkliche erheblich zu erhöhen. So werden unter Beigabe von einfachen, das Mitarbeiten des Lesers belebenden Fragen Würfelingen, Boh-Duzafe, Solitär- oder Einsiedlerpiel, Wanderungsspiele, Dnabische Spiele, der Baguenaudier, Nim, der Rösselsprung und die Magischen Quadrate behandelt.

— f. a. Arithmetik; Infinitesimalrechnung.

**Mechanik** f. Hebezeuge.

**Meeresforschung.** Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. O. Janson. 2. Auflage. Mit 41 Figuren. (Nr. 30.)

Schildert kurz und lebendig die Fortschritte der modernen Meeresuntersuchung auf geographischem, physikalisch-chemischem und biologischem Gebiete, die Verteilung von Wasser und Land auf der Erde, die Tiefen des Meeres, die physikalischen und chemischen Verhältnisse des Meerwassers, endlich die wichtigsten Organismen des Meeres, die Pflanzen und Tiere.

**Mensch.** Der Mensch. Sechs Vorlesungen aus dem Gebiete der Anthropologie. Von Dr. A. Heilborn. Mit zahlreichen Abbildungen. (Nr. 62.)

Stellt die Lehren der „Wissenschaft aller Wissenschaften“ streng sachlich und doch durchaus volkstümlich dar: das Wissen vom Ursprung des Menschen, die Entwicklungsgeschichte des Individuums, die künstlerische Betrachtung der Proportionen des menschlichen Körpers und die streng wissenschaftlichen Messmethoden (Schädelmessung usw.), behandelt ferner die Menschenrassen, die rassenanatomischen Verschiedenheiten, den Tertiärmenschen.

— Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Privatdozent Dr. H. Sachs. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 32.)

Gibt eine Reihe schematischer Abbildungen, erläutert die Einrichtung und die Tätigkeit der einzelnen Organe des Körpers und zeigt dabei vor allem, wie diese einzelnen Organe in ihrer Tätigkeit aufeinander einwirken, miteinander zusammenhängen und so den menschlichen Körper zu einem einheitlichen Ganzen, zu einem wohlgeordneten Staate machen.

— Die Mechanik des Geisteslebens. Von Professor Dr. Max Derrborn. Mit 11 Figuren im Text. (Nr. 200.)

Will unsere modernen Erfahrungen und Anschauungen über das physiologische Geschehen, das sich bei den Vorgängen des Geisteslebens in unserem Gehirn abspielt, in großen Zügen verständlich machen, indem es die Dinge mit den Begriffen und den Vergleichen des täglichen Lebens schildert. So im ersten Abschnitt: „Leib und Seele“ der Standpunkt einer monistischen Auffassung der Welt, die in einem streng wissenschaftlichen Conditionismus zum Ausdruck kommt, erörtert, im zweiten: „Die Vorgänge in den Elementen des Nervensystems“ ein Einblick in die Methodik zur Erforschung der physiologischen Vorgänge in denselben, sowie ein Überblick über ihre Ergebnisse, im dritten: „Die Bewußtseinsvorgänge“ eine Analyse des Empfindens, Vorstellens, Denkens und Wollens unter Zurückführung dieser Tätigkeiten auf die Vorgänge in den Elementen des Nervensystems gegeben. Der vierte und fünfte Abschnitt beschäftigt sich in analoger Weise mit den Vorgängen des „Schlafes und Traumes“ und den scheinbar so geheimnisvollen Tatsachen der „Hypnose und Suggestion“.

— Die Seele des Menschen. Von Prof. Dr. J. Rehmke. 2. Aufl. (Nr. 36.)

Behandelt, von der Tatsache ausgehend, daß der Mensch eine Seele habe, die ebenso gewiß sei wie die andere, daß der Körper eine Gestalt habe, das Seelenwesen und das Seelenleben und erörtert, unter Abwehr der materialistischen und halbmaterialistischen Anschauungen, von dem Standpunkt aus, daß die Seele Unkörperliches Immaterielles sei, nicht etwa eine Bestimmtheit des menschlichen Einzelwesens, auch nicht eine Wirkung oder eine „Funktion“ des Gehirns, die verschiedenen Tätigkeitsäußerungen des als Seele Erfannten.

— Die fünf Sinne des Menschen. Von Professor Dr. Jos. Clem. Kreibitz. Mit 30 Abbildungen im Text. 2., verb. Auflage. (Nr. 27.)

Beantwortet die Fragen über die Bedeutung, Anzahl, Benennung und Leistungen der Sinne in gemeinfachlicher Weise, indem das Organ und seine Funktionsweise, dann die als Reiz wirkenden äußeren Ursachen und zuletzt der Inhalt, die Stärke, das räumliche und zeitliche Merkmal der Empfindungen besprochen werden.

Jedes

**Mensche**  
beziehu  
zeigt, wi  
allgemei  
Nationen

Dr. Ka  
Der hoch  
eine eing  
mittel be  
schaftsme  
der Schu

Säugli

**Mensche**  
J. Un  
Beantwo  
verständl  
mischen  
und Leb

**Metal**  
16 Abl  
Behande  
Bildung  
verschied  
gabe hif

**Meteo**

**Mietr**  
für Ju  
(Nr. 19  
Gibt in  
so zur  
springen  
die durc  
höchsten

**Mitro**  
verstär  
Nach Er  
der hife  
apparate  
Einflü

**Mole**  
2. Auf  
Stellt d  
Menge  
teilt als

**Mont**  
im Te  
Gibt die  
bahn, I  
ständig  
gefaßt

**Aus Natur und Geisteswelt.**

Jedes Bändchen geheftet 1 M., geschmackvoll gebunden 1 M. 25 Pfg.

**Mensch und Erde.** Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Prof. Dr. A. Kirchhoff. 2. Aufl. (Nr. 31.) Zeigt, wie die Ländernatur auf den Menschen und seine Kultur einwirkt, durch Schilderungen allgemeiner und besonderer Art, über Steppen- und Wüstenvölker, über die Entstehung von Nationen, wie Deutschland und China u. a. m.

— **und Tier.** Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Professor Dr. Karl Eckstein. 2. Auflage. Mit 51 Abbildungen im Text. (Nr. 18.) Der hohe wirtschaftliche Bedeutung beanspruchende Kampf zwischen Mensch und Tier erfährt eine eingehende, ebenso interessante wie lehrreiche Darstellung; besonders werden die Kampfmittel beider Gegner geschildert: hier Schußwaffen, Sellen, Gifte, oder auch besondere Wirtschaftsmethoden, dort spitze Krallen, scharfer Zahn, fürchterliches Gift, List und Gewandtheit, der Schützjähre und Anpassungsfähigkeit nicht zu vergessen.

— **f. a. Anatomie; Auge; Frauenkrankheiten; Gesundheitslehre; Kultur; Säugling; Stimme.**

**Menschenleben.** Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 2. Auflage. (Nr. 12.)

Beantwortet die Frage: Gibt es feste bindenden Regeln des menschlichen Handelns? in zuversichtlich bejahender, zugleich wohl begründeter Weise und entwirft die Grundzüge einer wissenschaftlich haltbaren und für eine nationale Erziehung brauchbaren Lebensanschauung und Lebensordnung.

**Metalle.** Die Metalle. Von Professor Dr. K. Scheid. 2. Auflage. Mit 16 Abbildungen. (Nr. 29.)

Behandelt die für Kulturleben und Industrie wichtigen Metalle, schildert die mutmaßliche Bildung der Erze, die Gewinnung der Metalle aus den Erzen, das Hüttenwesen mit seinen verschiedenen Systemen, die Fundorte der Metalle, ihre Eigenschaften und Verwendung, unter Angabe historischer, kulturgeschichtlicher und statistischer Daten, sowie die Verarbeitung der Metalle.

**Meteorologie f. Wetter.**

**Mietrecht.** Die Miete nach dem bürgerlichen Gesetzbuch. Ein Handbüchlein für Juristen, Mieter und Vermieter. Von Rechtsanwalt Dr. M. Strauß. (Nr. 194.)

Gibt in der Absicht, Mieter und Vermieter über ihr gegenseitiges Verhältnis aufzuklären und so zur Vermeidung vieler oft nur aus der Unkenntnis der gesetzlichen Bestimmungen entspringender Mietprozesse beizutragen, eine gemeinverständliche Darstellung des Mietrechts, die durch Aufnahme der einschlägigen umfangreichen Literatur, sowie der Entscheidungen höchsten Gerichtshöfe, auch dem praktischen Juristen als Handbuch zu dienen vermag.

**Mikroskop.** Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung, gemeinverständlich dargestellt. Von Dr. W. Schaeffer. Mit 66 Abbildungen. (Nr. 35.) Nach Erläuterung der optischen Konstruktion und Wirkung des Mikroskops, und Darstellung der historischen Entwicklung wird eine Beschreibung der modernsten Mikroskoptypen, Hilfsapparate und Instrumente gegeben, endlich gezeigt, wie die mikroskopische Untersuchung die Einsicht in Naturvorgänge vertieft.

— **f. a. Optik; Tierwelt.**

**Moleküle.** Moleküle — Atome — Weltäther. Von Professor Dr. G. Mie. 2. Auflage. Mit 27 Figuren im Text. (Nr. 58.)

Stellt die physikalische Atomlehre als die kurze, logische Zusammenfassung einer großen Menge physikalischer Tatsachen unter einem Begriffe dar, die ausführlich und nach Möglichkeit als einzelne Experimente geschildert werden.

**Mond.** Der Mond. Von Professor Dr. J. Franz. Mit 31 Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln. (Nr. 90.)

Gibt die Ergebnisse der neueren Mondforschung wieder, erörtert die Mondbewegung und Mondbahn, bespricht den Einfluß des Mondes auf die Erde und behandelt die Fragen der Oberflächenbedingungen des Mondes und die charakteristischen Mondgebilde anschaulich zusammengefaßt in „Beobachtungen eines Mondbewohners“, endlich die Wohnbarkeit des Mondes.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Mond** s. a. Weltall.

**Mozart** s. Musik.

**Münze.** Die Münze als historisches Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abbildungen im Text. (Nr. 91.)

Zeigt, wie Münzen als geschichtliche Überbleibsel der Vergangenheit zur Aufhellung der wirtschaftlichen Zustände und der Rechtsverhältnisse früherer Zeiten dienen, die verschiedenen Arten von Münzen, ihre äußeren und inneren Merkmale sowie ihre Herstellung werden in historischer Entwicklung dargelegt und im Anschluß daran Münzsammlern beherzigenswerte Winke gegeben.

**Musik.** Geschichte der Musik. Von Dr. Friedrich Spiro. (Nr. 143.)

Gibt in großen Zügen eine übersichtliche äußerst lebendig gehaltene Darstellung von der Entwicklung der Musik vom Altertum bis zur Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der führenden Persönlichkeiten und der großen Strömungen und unter strenger Ausschöpfung alles dessen, was für die Entwicklung der Musik ohne Bedeutung war.

— Einführung in das Wesen der Musik. Von Prof. C. R. Hennig. (Nr. 119.)

Die hier gegebene Ästhetik der Tonkunst untersucht das Wesen des Tones als eines Kunstmaterials; sie prüft die Natur der Darstellungsmittel und untersucht die Objekte der Darstellung, indem sie klarlegt, welche Ideen im musikalischen Kunstwerke gemäß der Natur des Tonmaterials und der Darstellungsmittel in idealer Gestalt zur Darstellung gebracht werden können.

— Die Grundlagen der Tonkunst. Versuch einer genetischen Darstellung der allgemeinen Musiklehre. Von Professor Dr. Heinr. Rietzsch. (Nr. 178.)

In leichtfasslicher, keine Sachkenntnisse voraussetzender Darstellung rollt hier Verfasser ein Entwicklungsbild der musikalischen Erscheinungen auf. Er erörtert zunächst den Stoff der Tonkunst, dann seine Formung (Rhythmus, Harmonik, Weiterbildung des rhythmisch-harmonischen Tonstoffes), ferner die schriftliche Aufzeichnung der Tongebilde und behandelt schließlich die Musik als Tonprache, damit so zugleich auch die Grundlagen einer Musikästhetik gebend.

— Haydn, Mozart, Beethoven. Von Professor Dr. C. Krebs. Mit vier Bildnissen auf Tafeln. (Nr. 92.)

Eine Darstellung des Entwicklungsganges und der Bedeutung eines jeden der drei großen Komponisten für die Musikgeschichte. Sie gibt mit wenigen, aber scharfen Strichen ein Bild der menschlichen Persönlichkeit und des künstlerischen Wesens der drei Heroen mit Hervorhebung dessen, was ein jeder aus seiner Zeit geschöpft und was er aus eigenem hinzugebracht hat.

**Muttersprache.** Entstehung und Entwicklung unserer Muttersprache. Von Professor Dr. Wilhelm Uhl. Mit vielen Abbildungen im Text und auf Tafeln, sowie mit 1 Karte. (Nr. 84.)

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der sprachlich-wissenschaftlich lautphysiologischen wie der philologisch-germanistischen Forschung, die Ursprung und Organ, Bau und Bildung, andererseits die Hauptperioden der Entwicklung unserer Muttersprache zur Darstellung bringt.

**Mythologie** s. Germanen.

**Nahrungsmittel** s. Alkoholismus; Chemie; Ernährung; Haushalt; Kaffee.

**Napoleon I.** Von Privatdozent Dr. Theodor Bitterauf. Mit einem Bildnis Napoleons. (Nr. 195.)

Will auf Grund der neuesten Ergebnisse der historischen Forschung Napoleon in seiner geschichtlichen Bedingtheit verständlich machen, ohne deshalb seine persönliche Verantwortlichkeit zu leugnen und zeigen, wie im ganzen seine Herrschaft als eine noch in der heutigen Republik wirksame Wohltat angesehen werden muß.

**Nationalökonomie** s. Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Deutschland; Soziale Bewegungen; Frauenbewegung; Schifffahrt; Versicherung; Welt-handel; Wirtschaftsleben.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 M., geschmackvoll gebunden 1 M. 25 Pfg.

**Naturalismus** s. Lebensanschauungen.

**Naturlehre.** Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Von Professor Dr. Felix Auerbach. 2. Auflage. Mit 79 Figuren im Text. (Nr. 40.) Eine zusammenhängende, für jeden Gebildeten verständliche Entwicklung der in der modernen Naturlehre eine allgemeine und erste Rolle spielenden Begriffe Raum und Bewegung, Kraft und Masse und die allgemeinen Eigenschaften der Materie, Arbeit, Energie und Entropie.

**Naturwissenschaften** s. Abstammungslehre; Ameisen; Astronomie; Befruchtungsvorgang; Chemie; Erde; Haushalt; Licht; Meeresforschung; Mensch; Moleküle; Naturlehre; Obstbau; Pflanzen; Plankton; Religion; Strahlen; Tierleben; Wald; Weltall; Wetter.

**Nervensystem.** Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele im gefunden und franken Zustande. Von Professor Dr. R. Zander. Mit 27 Figuren im Text. (Nr. 48.)

Erörtert die Bedeutung der nervösen Vorgänge für den Körper, die Geistestätigkeit und das Seelenleben und sucht darzulegen, unter welchen Bedingungen Störungen der nervösen Vorgänge auftreten, wie sie zu beseitigen und zu vermeiden sind.

**Nordamerika** s. Amerika; Technische Hochschulen.

**Nordische Dichter** s. Ibsen.

**Obstbau.** Der Obstbau. Von Dr. Ernst Voges. Mit 13 Abb. (Nr. 107.)

Will über die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen des Obstbaues, sowie seine Naturgeschichte und große volkswirtschaftliche Bedeutung unterrichten. Die Geschichte des Obstbaues, das Leben des Obstbaumes, Obstbaumpflege und Obstbaumschutz, die wissenschaftliche Obstfunde, die Richtigkeit des Obstbaues gelangen zur Behandlung.

**Optik.** Die optischen Instrumente. Von Dr. M. von Rohr. Mit 84 Abbildungen im Text. (Nr. 88.)

Gibt eine elementare Darstellung der optischen Instrumente nach den modernen Anschauungen, wobei weder das Ultramikroskop noch die neuen Apparate zur Mikrophotographie mit ultraviolettem Licht (Monochromate), weder die Prismen- noch die Zielfernrohre, weder die Projektionsapparate noch die stereoskopischen Entfernungsmesser und der Stereocomparator fehlen.

— s. a. Mikroskop; Stereoskop.

**Ostasien** s. Kunst.

**Pädagogik.** Allgemeine Pädagogik. Von Professor Dr. Th. Ziegler. 2. Auflage. (Nr. 33.)

Behandelt die großen Fragen der Volkserziehung in praktischer, allgemeinverständlicher Weise und in sittlich-sozialem Geiste. Die Zwecke und Motive der Erziehung, das Erziehungsgeheimnis selbst, dessen Organisation werden erörtert, die verschiedenen Schulgattungen dargestellt.

— s. a. Bildungswesen; Erziehung; Fröbel; Herbart; Hilfsschulwesen; Jugendfürsorge; Knabenhandarbeit; Mädchenschule; Rousseau; Schulwesen.

**Palästina.** Palästina und seine Geschichte. Sechs Vorträge von Professor Dr. H. Freiherr von Soden. 2. Auflage. Mit 2 Karten und 1 Plan von Jerusalem und 6 Ansichten des heiligen Landes. (Nr. 6.)

Ein Bild, nicht nur des Landes selbst, sondern auch alles dessen, was aus ihm hervor- oder über es hingegangen ist im Laufe der Jahrhunderte — ein wechselvolles, farbenreiches Bild, in dessen Verlauf die Patriarchen Israels und die Kreuzfahrer, David und Christus, die alten Assyrer und die Scharen Mohammeds einander ablösen.

**Patentrecht** s. Gewerbe.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Pflanzen.** Werden und Vergehen der Pflanzen. Von Professor Dr. Paul Gisevius. Mit 24 Abbildungen. (Nr. 173.)

Behandelt in leichtfähhcher Weise alles, was uns allgemein an der Pflanze interessiert, ihre äußere Entwicklung, ihren inneren Bau, die wichtigsten Lebensvorgänge, wie Nahrungsaufnahme und Atmung, Blühen, Reifen und Verwelken, gibt eine Übersicht über das Pflanzenreich in Urzeit und Gegenwart und unterrichtet über Pflanzenvermehrung und Pflanzenzüchtung. Das Büchlein stellt somit eine kleine „Botanik des praktischen Leben“ dar.

— Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von Privatdozent Dr. Ernst Küster. Mit 38 Abbildungen im Text. (Nr. 112.)

Gibt eine kurze Übersicht über die wichtigsten Formen der vegetativen Vermehrung und beschäftigt sich eingehend mit der Sexualität der Pflanzen, deren überraschend vielfache und mannigfaltige Ausprägungen, ihre große Verbreitung im Pflanzenreich und ihre in allen Einzelheiten erkennbare Übereinstimmung mit der Sexualität der Tiere zur Darstellung gelangen.

— Die Pflanzenwelt des Mikrostops. Von Bürgereschullehrer E. Reuland. Mit 100 Abbildungen und 165 Einzeldarstellungen nach Zeichnungen des Verfassers. (Nr. 181.)

Will auch dem Unterdigenden einen Begriff geben von dem staunenswerten Formenreichtum des mikroskopischen Pflanzenlebens, will den Blick besonders auf die dem ungewaffneten Auge völlig verborgenen Erscheinungsformen des Schönen lenken, aber auch den Ursachen der auf fallenden Lebenserscheinungen nachzutrügen lehren, wie endlich dem Praktiker durch ausführlichere Besprechung, namentlich der für die Garten- und Landwirtschaft wichtigen mikroskopischen Schädlinge dienen. Um auch zu selbständigen Beobachten und Forschungen anzuregen, werden die mikroskopischen Untersuchungen und die Beschaffung geeigneten Materials besonders behandelt.

— Unsere wichtigsten Kulturpflanzen. (Die Getreidegräser.) Sechs Vorträge aus der Pflanzenkunde. Von Professor Dr. K. Giesenhagen. Mit 38 Figuren im Text. 2. Auflage. (Nr. 10.)

Behandelt die Getreidepflanzen und ihren Anbau nach botanischen wie kulturgeschichtlichen Gesichtspunkten, damit zugleich in anschaulichster Form allgemeine botanische Kenntnisse vermitteln.

— J. a. Botanik; Obstbau; Plankton; Tierleben.

**Philosophie.** Die, der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Professor Dr. O. Külpe. 3. Auflage. (Nr. 41.)

Schildert die vier Hauptrichtungen der deutschen Philosophie der Gegenwart, den Positivismus, Materialismus, Naturalismus und Idealismus, nicht nur im allgemeinen, sondern auch durch eingehendere Würdigung einzelner typischer Vertreter wie Mach und Dühring, Haeckel, Nietzsche, Fechner, Loge, v. Hartmann und Wundt.

— Einführung in die Philosophie. Sechs Vorträge von Professor Dr. Raoul Richter. (Nr. 155.)

Bietet eine gemeinverständliche Darstellung der philosophischen Hauptprobleme und der Richtung ihrer Lösung, insbesondere des Erkenntnisproblems und nimmt dabei zu den Standpunkten des Materialismus, Spiritualismus, Theismus und Pantheismus Stellung, um zum Schluß die religions- und moralphilosophischen Fragen zu beleuchten.

— Die Philosophie. Einführung in die Wissenschaft, ihr Wesen und ihre Probleme. Von Oberlehrer Hans Richter. (Nr. 186.)

Will vor allem als Einführung in die wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Studium der Philosophie dienen, deren Stellung im modernen Geistesleben bestimmend in der Behandlung der philosophischen Grundprobleme, des Erkenntnis, des metaphysischen, des ethischen und ästhetischen Problems, die Lösungsversuche gruppieren und charakterisieren, in die Literatur der betreffenden Fragen einführen, zu weiterer Vertiefung anregen und die richtigen Wege zu ihr zeigen.

— Führende Denker. Geschichtliche Einleitung in die Philosophie. Von Professor Dr. Jonas Cohn. Mit 6 Bildnissen. (Nr. 176.)

Will durch Geschichte in die Philosophie einleiten, indem es von sechs großen Denkern das für die Philosophie dauernd Bedeutende herauszuarbeiten sucht aus der Überzeugung, daß

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

die Philosophie im Laufe ihrer Entwicklung mehr als eine Summe geistreicher Einfälle hervorgebracht hat, und daß andererseits aus der Kenntnis der Persönlichkeiten am besten das Verständnis für ihre Gedanken zu gewinnen ist. So werden die scheinbar entlegenen und lebensfremden Gedanken aus der Seele führender, die drei fruchtbarsten Zeitalter in der Geschichte des philosophischen Denkens vertretender Geisteshelden heraus in ihrer inneren, lebendigen Bedeutung nahe zu bringen gesucht, Sokrates und Platon, Descartes und Spinoza, Kant und Fichte in diesem Sinne behandelt.

**Philosophie** f. a. Buddha; Herbart; Kant; Lebensanschauungen; Menschenleben; Rousseau; Schopenhauer; Weltanschauung; Weltproblem.

**Physik** f. Licht; Mikroskop; Moleküle; Naturlehre; Optik; Strahlen; Wärme.

**Physiologie** f. Mensch.

**Plankton.** Das Süßwasser-Plankton. Einführung in die freischwebende Organismenwelt unserer Teiche, Flüsse und Seebeden. Von Dr. Otto Zacharias. Mit 49 Abbildungen. (Nr. 156.)

Gibt eine Anleitung zur Kenntnis der interessantesten Planktonorganismen, jener mikroskopisch kleinen und für die Existenz der höheren Lebewesen und für die Naturgeschichte der Gewässer so wichtigen Tiere und Pflanzen. Die wichtigsten Formen werden vorgeführt und die merkwürdigen Lebensverhältnisse und -bedingungen dieser unsichtbaren Welt einfach und doch vielseitig erörtert.

**Polarforschung.** Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Professor Dr. Kurt Hassert. 2., umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 6 Karten auf 2 Tafeln. (Nr. 38.)

Das in der neuen Auflage bis auf die Gegenwart fortgeführte und im einzelnen nicht unerheblich umgestaltete Buch faßt in gedrängtem Überblick die Hauptergebnisse der Nord- und Südpolarforschung zusammen. Nach gemeinverständlicher Erörterung der Ziele arktischer und antarctischer Forschung werden die Polarreisen selbst von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart geschildert unter besonderer Berücksichtigung der topographischen Ergebnisse.

**Politik** f. England; Geschichte.

**Pompeji,** eine hellenistische Stadt in Italien. Von Hofrat Professor Dr. Fr. v. Duhn. Mit 62 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel. (Nr. 114.)

Sucht, durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, an dem besonders greifbaren Beispiel Pompejis die Übertragung der griechischen Kultur und Kunst nach Italien, ihr Werden zur Weltkultur und Weltkunst verständlich zu machen, wobei die Hauptphasen der Entwicklung Pompejis, immer im Hinblick auf die gestaltende Bedeutung, die gerade der Hellenismus für die Ausbildung der Stadt, ihrer Lebens- und Kunstformen gehabt hat, zur Darstellung gelangen.

**Post.** Das Postwesen, seine Entwicklung und Bedeutung. Von Postrat J. Bruns. (Nr. 165.)

Schildert immer unter besonderer Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung die Post als Staatsverkehrsanstalt, ihre Organisation und ihren Wirkungsbereich, das Tarif- und Gebührengewesen, die Beförderungsmittel, den Betriebsdienst, den Weltpostverein, sowie die deutsche Post im In- und Ausland.

**Psychologie** f. Mensch; Nervensystem; Seele.

**Recht.** Moderne Rechtsprobleme. Von Prof. Josef Kohler. (Nr. 128.)

Behandelt nach einem einleitenden Abschnitt über Rechtsphilosophie die wichtigsten und interessantesten Probleme der modernen Rechtspflege, insbesondere die des Strafrechts, des Strafprozesses, des Genossenschaftsrechts, des Zivilprozesses und des Völkerrechts.

----- f. a. Ehe; Gewerbe; Miete.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Religion.** Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte. Von Professor Dr. Fr. Giesebrecht. (Nr. 52.)

Schildert, wie Israels Religion entsteht, wie sie die nationale Schale sprengt, um in den Propheten die Anfänge einer Menschheitsreligion auszubilden, wie auch diese neue Religion sich verpuppt in die Formen eines Priesterstaats.

— Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick von Dr. A. Pfannkuche. (Nr. 141.)

Will durch geschichtliche Darstellung der Beziehungen beider Gebiete eine vorurteilsfreie Beurteilung des heiß umstrittenen Problems ermöglichen. Ausgehend von der ursprünglichen Einheit von Religion und Naturerkennen in den Naturreligionen schildert der Verfasser das Entstehen der Naturwissenschaft in Griechenland und der Religion in Israel, um dann zu zeigen, wie aus der Verchwisterung beider jene ergreifenden Konflikte erwachsen, die sich besonders an die Namen von Kopernikus und Darwin knüpfen.

— Die religiösen Strömungen der Gegenwart. Von Superintendent D. A. H. Braasch. (Nr. 66.)

Will die gegenwärtige religiöse Lage nach ihren bedeutsamen Seiten hin darlegen und ihr geschichtliches Verständnis vermitteln; die mannigfachen Persönlichkeiten und Richtungen, die durch wissenschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung gestellten Probleme, wie die Ergebnisse der Forschung, der Ultramontanismus wie die christliche Liebestätigkeit gelangen zur Behandlung.

— s. a. Bibel; Buchgewerbe; Buddha; Christentum; Germanen; Jesuiten; Jesus; Luther.

**Rembrandt.** Von Professor Dr. Paul Schubring. Mit einem Titelbild und 49 Textabbildungen. (Nr. 158.)

Eine durch zahlreiche Abbildungen unterstützte lebensvolle Schilderung des menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Rembrandts. Zur Darstellung gelangen seine persönlichen Schicksale bis 1642, die Frühzeit, die Zeit bis zu Salfas Tode, die Nachtwache, Rembrandts Verhältnis zur Bibel, die Radierungen, Urkundliches über die Zeit nach 1642, die Periode des farbigen Heldentums, die Gemälde nach der Nachtwache und die Spätzeit. Beigefügt sind die beiden ältesten Biographien Rembrandts.

**Rom.** Die ständischen und sozialen Kämpfe in der römischen Republik. Von Privatdozent Dr. Leo Bloch. (Nr. 22.)

Behandelt die Sozialgeschichte Roms, soweit sie mit Rücksicht auf die die Gegenwart bewegenden Fragen von allgemeinem Interesse ist. Insbesondere gelangen die durch die Großmachtsstellung Roms bedingte Entstehung neuer sozialer Unterschiede, die Herrschaft des Amisabels und des Kapitals, auf der anderen Seite eines proletarischen Proletariats zur Darstellung, die ein Ausblick auf die Lösung der Parteikämpfe durch die Monarchie beschließt.

**Rousseau.** Von Prof. Dr. Paul Hensel. Mit 1 Bildnisse Rousseaus. (Nr. 180.)

Diese Darstellung Rousseaus will diejenigen Seiten der Lebensarbeit des großen Genfers hervorheben, welche für die Entwicklung des deutschen Idealismus bedeutungsvoll gewesen sind, seine Bedeutung darin erkennen lassen, daß er für Goethe, Schiller, Herder, Kant, Sichte die unumgängliche Voraussetzung bildet. In diesem Sinne werden nach einer kurzen Charakteristize Rousseaus die Geschichtsphilosophie, die Rechtsphilosophie, die Erziehungstheorie, der von Rousseau neu geschaffene Roman und die Religionsphilosophie dargestellt.

**Säugling.** Der Säugling, seine Ernährung und seine Pflege. Von Dr. Walkher Kaupe. Mit 17 Textabbildungen. (Nr. 154.)

Will der jungen Mütter oder Pflegerin in allen Fragen, mit denen sie sich im Interesse des kleinen Erdenbürgers beschäftigen müssen, den nötigen Rat erteilen. Außer der allgemeinen geistigen und körperlichen Pflege des Kindchens wird besonders die natürliche und künstliche Ernährung behandelt und für alle diese Fälle zugleich praktische Anleitung gegeben.

**Schiffahrt.** Deutsche Schiffahrt und Schiffahrtspolitik der Gegenwart. Von Professor Dr. K. Thieß. (Nr. 169.)

Verfasser will weiteren Kreisen eine genaue Kenntnis unserer Schiffahrt erschließen, indem er in leicht faßlicher und doch erschöpfender Darstellung einen allgemeinen Überblick über das gesamte deutsche Schiffswesen gibt mit besonderer Berücksichtigung seiner geschichtlichen Entwicklung und seiner großen volkswirtschaftlichen Bedeutung.

Jedes

Schill

von Ki  
Gedacht  
behandel  
einzelne  
wichtige

Schön

Schop

Vorträ

Unterric  
seiner h  
Einführ  
über da

Schri

Profes

Verfolgt  
und Bib  
alten Re  
der neu

Schul

Bildni

Bietet ei  
Darstell  
die im  
richtung  
und die

Schul

direkte

Stellt d  
die Anfr  
neue Bl  
allseitig  
Human

Volksf

Don

Knapp  
Reorga  
teilt vo  
volksfr

hero

Mit 4

Schilbe  
Wesent  
des Be  
unter  
Bildung

fürfo

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 M., geschmackvoll gebunden 1 M. 25 Pfg.

Von

**Schiller.** Von Professor Dr. Th. Siegler. Mit dem Bildnis Schillers von Kugelgen in Heliogravüre. (Nr. 74.)

Gedacht als eine Einführung in das Verständnis von Schillers Werdegang und Werken, behandelt das Büchlein vor allem die Dramen Schillers und sein Leben, daneben aber auch einzelne seiner lyrischen Gedichte und die historischen und die philosophischen Studien als ein wichtiges Glied in der Kette seiner Entwicklung.

**Schönheit** s. Gymnastik.

**Schopenhauer.** Seine Persönlichkeit, seine Lehre, seine Bedeutung. Sechs Vorträge v. Oberlehrer H. Richter. Mit d. Bildnis Schopenhauers. (Nr. 81.)

Unterrichtet über Schopenhauer in seinem Werden, seinen Werken und deren Fortwirken, in seiner historischen Bedingtheit und seiner bleibenden Bedeutung, indem es eine gründliche Einführung in die Schriften Schopenhauers und zugleich einen zusammenfassenden Überblick über das Ganze seines philosophischen Systems gibt.

**Schriftwesen.** Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Professor Dr. O. Weise. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 4.)

Verfolgt durch mehr als vier Jahrhunderte Schrift-, Brief- und Zeitungswesen, Buchhandel und Bibliotheken; wir hören von den Bibliotheken der Babylonier, von den Zeitungen im alten Rom, vor allem aber von der großartigen Entwicklung, die „Schrift- und Buchwesen“ in der neuesten Zeit, insbesondere seit Erfindung der Buchdruckerkunst genommen haben.

— f. a. Buchgewerbe.

**Schulhygiene.** Von Privatdozent Dr. Leo Burgerstein. Mit einem Bildnis und 33 Figuren im Text. (Nr. 96.)

Bietet eine auf den Forschungen und Erfahrungen in den verschiedensten Kulturländern beruhende Darstellung, die ebenso die Hygiene des Unterrichts und Schullebens wie jene des Hauses, die im Zusammenhang mit der Schule stehenden modernen materiellen Wohlfahrtsanordnungen, endlich die hygienische Unterweisung der Jugend, die Hygiene des Lehrers und die Schularztfrage behandelt.

**Schulwesen.** Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldirektor Dr. K. Knabe. (Nr. 85.)

Stellt die Entwicklung des deutschen Schulwesens in seinen Hauptperioden dar und bringt so die Anfänge des deutschen Schulwesens, Scholastik, Humanismus, Reformation, Gegenreformation, neue Bildungsziele, Pietismus, Philanthropismus, Aufklärung, Neuhumanismus, Prinzip der allseitigen Ausbildung vermittlel einer Anstalt, Teilung der Arbeit und den nationalen Humanismus der Gegenwart zur Darstellung.

— Schulkämpfe der Gegenwart. Vorträge zum Kampf um die Volksschule in Preußen, gehalten in der Humboldt-Akademie in Berlin. Von J. Cews. (Nr. 111.)

Knapp und doch umfassend stellt der Verfasser die Probleme dar, um die es sich bei der Reorganisation der Volksschule handelt, deren Stellung zu Staat und Kirche, deren Abhängigkeit von Zeitgeist und Zeitbedürfnissen, deren Wichtigkeit für die Herausgestaltung einer volkfreundlichen Gesamtkultur scharf beleuchtet werden.

— Volksschule und Lehrerbildung der Vereinigten Staaten in ihren hervortretenden Zügen. Reiseeindrücke. Von Direktor Dr. Franz Kuppers. Mit 48 Abbildungen im Text und einem Titelbild. (Nr. 150.)

Schildert anschaulich das Schulwesen vom Kindergarten bis zur Hochschule, überall das Wesentliche der amerikanischen Erziehungsweise (die freie Erziehung zum Leben, das Wesen des Betätigungstriebes, das Hindrängen auf praktische Verwertung usw.) hervorhebend und unter dem Gesichtspunkte der Beobachtungen an unserer schulentlassenen Jugend in den Fortbildungsschulen zum Vergleich mit der heimischen Unterrichtsweise anregend.

— f. a. Bildungswesen; Fröbel; Hilfsschulwesen; Hochschulen; Jugendfürsorge; Mädchenschule; Pädagogik.

**Aus Natur und Geisteswelt.**

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Seerrieg** f. Kriegswesen.

**Seele** f. Mensch.

**Shakespeare und seine Zeit.** Von Professor Dr. Ernst Sieper. Mit 3 Tafeln und 3 Textbildern. (Nr. 185.)

Eine „Einführung in Shakespeare“, die ein tieferes Verständnis seiner Werke aus der Kenntnis der Zeitverhältnisse, wie des Lebens des Dichters gewinnen lassen will, die Chronologie der Dramen festzustellen, die verschiedenen Perioden seines dichterischen Schaffens zu charakterisieren und so zu einer Gesamtwürdigung Shakespeares, der Eigenart und ethischen Wirkung seiner Dramen zu gelangen sucht.

**Sinnesleben** f. Mensch.

**Soziale Bewegungen.** Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von Professor Dr. G. Maier. 3. Aufl. (Nr. 2.)

In einer geschichtlichen Betrachtung, die mit den altorientalischen Kulturvölkern beginnt, werden an den zwei großen wirtschaftlichen Schriften Platos die Wirtschaft der Griechen, an der Gracchischen Bewegung die der Römer beleuchtet, ferner die Utopie des Thomas Morus, andererseits der Bauernkrieg behandelt, die Bestrebungen Colberts und das Merkantilistensystem, die Physiokraten und die ersten wissenschaftlichen Staatswirtschaftslehrer gewürdigt und über die Entstehung des Sozialismus und die Anfänge der neueren Handels-, Zoll- und Verkehrs-politik aufgeklärt.

— f. a. Arbeiterschulz; Frauenbewegung.

**Spiele** f. Mathematik.

**Sprache** f. Muttersprache; Stimme.

**Städtewesen.** Die Städte. Geographisch betrachtet. Von Professor Dr. Kurt Haffert. Mit 21 Abbildungen. (Nr. 165.)

Behandelt als Versuch einer allgemeinen Geographie der Städte einen der wichtigsten Abschnitte der Siedlungskunde, erörtert die Ursache des Entstehens, Wachstums und Vergehens der Städte, charakterisiert ihre landwirtschaftliche und Verkehrs-Bedeutung als Grundlage der Großstadtbildung und schildert das Städtebild als geographische Erscheinung.

— Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Professor Dr. B. Heil. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen im Text und auf 1 Doppeltafel. (Nr. 43.)

Stellt die geschichtliche Entwicklung dar, schildert die wirtschaftlichen, sozialen und staatsrechtlichen Verhältnisse und gibt ein zusammenfassendes Bild von der äußeren Erscheinung und dem inneren Leben der deutschen Städte.

— Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. Vorträge gehalten bei der Obereschulbehörde in Hamburg. Von Regierungs-Baumeister Albert Erbe. Mit 59 Abbildungen. (Nr. 117.)

Will dem als Zeichen wachsenden Kunstverständnisses zu begrüßenden Sinn für die Reize der alten malerischen Städtebilder durch eine mit Abbildungen reich unterstützte Schilderung der so eigenartigen und vielfachen Herrlichkeit Alt-Hollands wie Niederdeutschlands, ferner Danzigs, Lübeds, Bremens und Hamburgs nicht nur vom rein künstlerischen, sondern auch vom kultur-geschichtlichen Standpunkt aus entgegenkommen.

— Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Oberlehrer Dr. Erich Siebath. Mit 22 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel. (Nr. 131.)

Sucht ein anschauliches Bild zu entwerfen von dem Aussehen einer altgriechischen Stadt und von dem städtischen Leben in ihr, auf Grund der Ausgrabungen und der inschriftlichen Denkmäler; die altgriechischen Bergstädte Thera, Pergamon, Priene, Milet, der Tempel von Dönma werden geschildert. Stadtpläne und Abbildungen suchen die einzelnen Städtebilder zu erläutern.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Stereoskop.** Das Stereoskop und seine Anwendungen. Von Professor Th. Hartwig. Mit 40 Abbildungen im Text und 19 stereoskopischen Tafeln. (Nr. 135.)

Behandelt die verschiedenen Erscheinungen und praktischen Anwendungen der Stereoskopie, insbesondere die stereoskopischen Himmelsphotographien, die stereoskopische Darstellung mikroskopischer Objekte, das Stereoskop als Meßinstrument und die Bedeutung und Anwendung des Stereocomparators, insbesondere in bezug auf photogrammetrische Messungen. Beigegeben sind 19 stereoskopische Tafeln.

— f. a. Optik.

**Stimme,** die menschliche, und ihre Hygiene. Sieben vollstümliche Vorlesungen. Von Professor Dr. P. Gerber. Mit 20 Abbildungen. (Nr. 136.)

Nach den notwendigsten Erörterungen über das Zustandekommen und über die Natur der Töne wird der Kehlkopf des Menschen, sein Bau, seine Vorrichtungen und seine Funktion als musikalisches Instrument behandelt; dann werden die Gesang- und die Sprechstimme, ihre Ausbildung, ihre Fehler und Erkrankungen, sowie deren Verhütung und Behandlung, insbesondere Erkältungskrankheiten, die professionelle Stimmchwäche, der Alkoholeinfluß und die Abhärtung erörtert.

**Strahlen.** Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Von Professor Dr. R. Brunsstein und Professor Dr. W. Markwald. Mit 82 Abbildungen. (Nr. 64.)

Schildert die verschiedenen Arten der Strahlen, darunter die Kathoden- und Röntgenstrahlen, die Herßschen Wellen, die Strahlungen der radioaktiven Körper (Uran und Radium) nach ihrer Entstehung und Wirkungsweise, unter Darstellung der charakteristischen Vorgänge der Strahlung.

— f. a. Licht.

**Süßwasser-Plankton** f. Plankton.

**Technik.** Am tausenden Wechsell der Zeit. Übersicht über die Wirkungen der Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik auf das gesamte Kulturleben. Von Geh. Regierungsrat Professor Dr. W. Launhardt. 2. Auflage. Mit 16 Abbildungen im Text und auf 5 Tafeln. (Nr. 23.) Ein geistreicher Rückblick auf die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik, der die Weltwunder unserer Zeit verdankt werden.

— f. a. Automobil; Beleuchtungsarten; Dampf; Eisenbahnen; Eisenhüttenwesen; Elektrotechnik; Funkentelegraphie; Hebezeuge; Ingenieurtechnik; Metalle; Mikroskop; Pflanzen; Post; Rechtsschutz; Stereoskop; Technische Hochschulen; Telegraphie; Wärmekraftmaschinen.

**Technologie, chemische,** f. Pflanzen.

**Tee** f. Kaffee.

**Telegraphie.** Die Telegraphie in ihrer Entwicklung und Bedeutung. Von Postrat J. Bruns. Mit 4 Figuren im Text. (Nr. 183.)

Gibt auf der Grundlage eingehender praktischer Kenntnis der einschlägigen Verhältnisse einen Einblick in das für die heutige Kultur so bedeutungsvolle Gebiet der Telegraphie und seine großartigen Fortschritte. Nach einem Überblick über die Entwicklung dieses Nachrichtensystems aus seinen altzeitlichen und optischen Anfängen werden zunächst die internationalen und nationalen rechtlichen, dann die technischen Grundlagen (Stromquellen, Leitungen, Apparate etc.) behandelt, sodann die Organisation des Fernsprechwesens, die Unterseeabel, die großen festländischen Telegraphenlinien und die einzelnen Zweige des Telegraphen- und Fernsprechbetriebsdienstes erörtert.

— f. a. Funkentelegraphie.

**Theologie** f. Bibel; Christentum; Jesus; Luther; Palästina; Religion.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 M., geschmackvoll gebunden 1 M. 25 Pfg.

**Tierleben. Tierkunde.** Eine Einführung in die Zoologie. Von Privatdozent Dr. Kurt Hennings. Mit 34 Abbildungen. (Nr. 142.)

Will die Einheitlichkeit des gesamten Tierreiches zum Ausdruck bringen, Bewegung und Ernährung, Stoffwechsel und Fortpflanzung als die charakterisierenden Eigenschaften aller Tiere darstellen und sodann die Tätigkeit des Tierleibes aus seinem Bau verständlich machen, wobei der Schwerpunkt der Darstellung auf die Lebensweise der Tiere gelegt ist. So werden nach einem Vergleich der drei Naturreiche die Bestandteile des tierischen Körpers behandelt, sodann ein Überblick über die sieben großen Kreise des Tierreiches gegeben, ferner Bewegung und Bewegungsorgane, Aufenthaltsort, Bewußtsein und Empfindung, Nervensystem und Sinnesorgane, Stoffwechsel, Fortpflanzung und Entwicklung erörtert.

— **Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus).** Von Dr. Friedrich Knauer. Mit 37 Abbildungen. (Nr. 148.)

Zeigt, von der ungeschlechtlichen Fortpflanzung zahlreicher niederer Tiere ausgehend, wie sich aus diesem Hermaphroditismus allmählich die Zweigeschlechtigkeit herausgebildet hat und sich bei verschiedenen Tierarten zu auffälligstem geschlechtlichem Dimorphismus entwickelt, an interessanten Fällen solcher Verschiedenheit zwischen Männchen und Weibchen, wobei vielfach die Brutpflege in der Tierwelt und das Verhalten der Männchen zu derselben erörtert wird.

— **Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere.** Von Professor Dr. Otto Maas. Mit Karten und Abbildungen. (Nr. 139.)

Lehrt das Verhältnis der Tierwelt zur Gesamtheit des Lebens auf der Erde verständnisvoll ahnen, zeigt die Tierwelt als einen Teil des organischen Erdganzen, die Abhängigkeit der Verbreitung des Tieres nicht nur von dessen Lebensbedingungen, sondern auch von der Erdgeschichte, ferner von Nahrung, Temperatur, Licht, Luft, Feuchtigkeit und Vegetation, wie von dem Eingreifen des Menschen und betrachtet als Ergebnis an der Hand von Karten die geographische Einteilung der Tierwelt auf der Erde nach besonderen Gebieten.

— **Die Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere).** Von Privatdozent Dr. Richard Goldschmidt. Mit 39 Abbildungen. (Nr. 160.)

Bietet nach dem Grundriss, daß die Kenntnis des Einfachen grundlegend zum Verständnis des Komplexen ist, eine einführende Darstellung des Lebens und des Baues der Urtiere, dieses mikroskopisch kleinen, formenreichen, unendlich zahlreichen Geschlechtes der Tierwelt und stellt nicht nur eine anregende und durch Abbildungen instruktive Lektüre dar, sondern vermag namentlich auch zu eigener Beobachtung der wichtigen und interessanten Tatsachen vom Bau und aus dem Leben der Urtiere anzuregen.

— **Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt.** Von Professor Dr. K. Kraepelin. (Nr. 79.)

Stellt in großen Zügen eine Fülle wechselseitiger Beziehungen der Organismen zueinander dar. Familienleben und Staatenbildung der Tiere, wie die interessanten Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander werden geschildert.

— **s. a. Ameise; Mensch und Tier; Pflanzen; Plankton.**

**Toukunst s. Musik.**

**Tuberkulose.** Die Tuberkulose, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Gemeinverständlich dargestellt von Oberstabsarzt Dr. W. Schumburg. Mit 1 Tafel und 8 Figuren im Text. (Nr. 47.)

Schildert nach einem Überblick über die Verbreitung der Tuberkulose das Wesen derselben, beschäftigt sich eingehend mit dem Tuberkelbazillus, bespricht die Maßnahmen, durch die man ihn von sich fernhalten kann, und erörtert die Fragen der Heilung der Tuberkulose, vor allem die hygienisch-diätetische Behandlung in Sanatorien und Lungenheilstätten.

**Turnen s. Gymnastik.**

**Unterrichtswesen s. Bildungswesen; Erziehung; Hilfsschulwesen; Hochschulen; Mädchenschule; Pädagogik; Schulpflege; Schulwesen.**

**Utilitarismus s. Lebensanschauungen.**

Jedes I

**Verfasser**

**Vorträge**

Beabsichtigt einzuführen  
zusammengefaßt für das U

**Verfasser**

**Vorträge**

**Entwickel**

**wirtschaftl**

Gibt nach

wirtschaftl

der Eltern

Reformirte

modernen

Technik

Technik

**Verfasser**

A. Maas

Behandelt

Sicherung,

betriebs-

Schaft, als

haftpflicht

versicheru

—

**Volksw**

**Volksw**

handelt i

unterricht

des deut

**Volksw**

**Volksw**

O. We

Schildert,

die Eigen

Landchaft

heiten in

**Volksw**

Budget

Verkehr

**Wald.**

15 Text

Schildert

bedingun

sonne sel

Landes u

tümer, ei

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 M., geschmackvoll gebunden 1 M. 25 Pfg.

Pfg.

**Verfassung.** Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches. Sechs Vorträge von Professor Dr. E. Loening. 2. Auflage. (Nr. 34.)

Beabichtigt in gemeinverständlicher Sprache in das Verfassungsrecht des Deutschen Reiches einzuführen, soweit dies für jeden Deutschen erforderlich ist, und durch Aufweisung des Zusammenhanges sowie durch geschichtliche Rückblicke und Vergleiche den richtigen Standpunkt für das Verständnis des geltenden Rechtes zu gewinnen.

— f. a. Fürstentum.

**Verkehrsentwicklung.** Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900. Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung, sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft von Professor Dr. W. Loß. 2. Auflage. (Nr. 15.)

Gibt nach einer kurzen Übersicht über die Hauptfortschritte in den Verkehrsmitteln und deren wirtschaftlichen Wirkungen eine Geschichte des Eisenbahnwesens, schildert den heutigen Stand der Eisenbahnverwaltung, das Güter- und das Personenverkehrsweesen, die Reformversuche und die Reformfrage, ferner die Bedeutung der Binnenwasserstraßen und endlich die Wirkungen der modernen Verkehrsmittel.

— f. a. Automobil; Eisenbahnen; Funkentelegraphie; Post; Schiffsahrt; Technik; Telegraphie.

**Versicherung.** Grundzüge des Versicherungswesens. Von Professor Dr. A. Manes. (Nr. 105.)

Behandelt sowohl die Stellung der Versicherung im Wirtschaftsleben, die Entwicklung der Versicherung, die Organisation ihrer Unternehmungsformen, den Geschäftsgang eines Versicherungsbetriebs, die Versicherungspolitik, das Versicherungsvertragsrecht und die Versicherungswissenschaft, als die einzelnen Zweige der Versicherung, wie Lebensversicherung, Unfallversicherung, Haftpflichtversicherung, Transportversicherung, Feuerversicherung, Hagelversicherung, Viehversicherung, kleinere Versicherungszweige, Rückversicherung.

— f. a. Arbeiterschutz.

**Volkslied.** Das deutsche Volkslied. Über Wesen und Werden des deutschen Volksgebetes. Von Privatdozent Dr. J. W. Bruhier. 2. Auflage. (Nr. 7.)

Handelt in schwingvoller Darstellung vom Wesen und Werden des deutschen Volksgebetes, unterrichtet über die deutsche Volksliederpflege in der Gegenwart, über Wesen und Ursprung des deutschen Volksgebetes, Stab und Spielmann, Geschichte und Mär, Leben und Liebe.

**Volkschule** f. Schulwesen.

**Volksstämme.** Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Prof. Dr. O. Weise. 3. Auflage. Mit 29 Abbild. im Text und auf 15 Tafeln. (Nr. 16.)

Schildert, durch eine gute Auswahl von Städte-, Landschafts- und anderen Bildern unterstützt, die Eigenart der deutschen Gaue und Stämme, die charakteristischsten Eigentümlichkeiten der Landschaft, den Einfluß auf das Temperament und die geistige Anlage der Menschen, die Leistungen hervorragender Männer, Sitten und Gebräuche, Sagen und Märchen, Besonderheiten in der Sprache und Hauseinrichtung u. a. m.

**Volkswirtschaftslehre** f. Amerika; Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Buchgewerbe; Deutschland; Frauenbewegung; Japan; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung; Versicherung; Wirtschaftsgeschichte.

**Wald.** Der deutsche Wald. Von Professor Dr. Hans Hausrath. Mit 15 Textabbildungen und 2 Karten. (Nr. 153.)

Schildert unter besonderer Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung die Lebensbedingungen und den Zustand unseres deutschen Waldes, die Verwendung seiner Erzeugnisse, sowie seine günstige Einwirkung auf Klima, Fruchtbarkeit, Sicherheit und Gesundheit des Landes und erörtert zum Schluß die Pflege des Waldes und die Aufgaben seiner Eigentümer, ein Büchlein also für jeden Waldfreund.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

### Warenzeichenrecht f. Gewerbe.

**Wärme.** Die Lehre von der Wärme. Gemeinverständlich dargestellt von Professor Dr. R. Börnstein. Mit 33 Abbildungen im Text. (Nr. 172.) Bietet eine klare, keine erheblichen Vorkenntnisse erfordemde, alle vorkommenden Experimente in Worten und vielfach durch Zeichnungen schildernde Darstellung der Ursachen und Gesetze der Wärmelehre. So werden Ausdehnung erwärmter Körper und Temperaturmessung, Wärmemessung, Wärme- und Kältequellen, Wärme als Energieform, Schmelzen und Erstarren, Sieden, Verdampfen und Verflüssigen, Verhalten des Wasserdampfes in der Atmosphäre, Dampf- und andere Wärmemaschinen und schließlich Bewegung der Wärme behandelt.

— f. a. Chemie.

**Wärmekraftmaschinen.** Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen (Gasmotoren). Von Prof. Richard Vater. 2. Auflage. Mit 34 Abbildungen. (Nr. 21.)

Will Interesse und Verständnis für die immer wichtiger werdenden Gas-, Petroleum- und Benzinmaschinen erwecken. Nach einem einleitenden Abschnitte folgt eine kurze Besprechung der verschiedenen Betriebsmittel, wie Leuchtgas, Kraftgas usw., der Viertakt- und Zweitaktwirkung, woran sich dann das Wichtigste über die Bauarten der Gas-, Benzin-, Petroleum- und Spiritusmaschinen sowie eine Darstellung des Wärmemotors Patent Diesel anschließt.

— Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Von Professor Richard Vater. Mit 48 Abbildungen. (Nr. 86.)

Ohne den Streit, ob „Lokomobile oder Sauggasmotoren“, „Dampfturbine oder Großgasmotoren“, entscheiden zu wollen, behandelt Verfasser die einzelnen Maschinenarten mit Rücksicht auf ihre Vorteile und Nachteile, wobei im zweiten Teil der Versuch unternommen ist, eine möglichst einfache und leichtverständliche Einführung in die Theorie und den Bau der Dampfturbine zu geben.

— f. a. Dampf.

### Wasser f. Chemie.

**Weltall.** Der Bau des Weltalls. Von Professor Dr. J. Scheiner. 2. Auflage. Mit 24 Figuren im Text und auf einer Tafel. (Nr. 24.)

Stellt nach einer Belehrung über die wirklichen Verhältnisse von Raum und Zeit im Weltall dar, wie das Weltall von der Erde aus erscheint, erörtert den inneren Bau des Weltalls, d. h. die Struktur der selbständigen Himmelskörper und schließlich die Frage über die äußere Konstitution der Fixsternwelt.

— f. a. Astronomie.

**Weltanschauung.** Die Weltanschauungen der großen Philosophen der Neuzeit. Von Professor Dr. E. Busse. 3. Auflage. (Nr. 56.)

Will mit den bedeutendsten Erscheinungen der neueren Philosophie bekannt machen unter Beschränkung auf die Darstellung der großen klassischen Systeme, die es ermöglicht, die beherrschenden und charakteristischen Grundgedanken eines jeden scharf herauszuarbeiten und so ein möglichst klares Gesamtbild der in ihm enthaltenen Weltanschauung zu entwerfen.

— f. a. Kant; Lebensanschauung; Menschenleben; Philosophie; Rousseau; Schopenhauer; Weltproblem.

### Weltäther f. Moleküle.

**Welthandel.** Geschichte des Welthandels. Von Oberlehrer Dr. Max Georg Schmidt. (Nr. 118.)

Eine zusammenfassende Übersicht der Entwicklung des Handels führt von dem Altertum an über das Mittelalter, in dem Konstantinopel, seit den Kreuzzügen Italien und Deutschland den Weltverkehr beherrschten, zur Neuzeit, die mit der Auffindung des Seewegs nach Indien und der Entdeckung Amerikas beginnt und bis zur Gegenwart, in der auch der deutsche Kaufmann nach dem alten Hanjawort „Mein Feld ist die Welt“ den ganzen Erdball erobert.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Weltproblem.** Das Weltproblem von positivistiſchem Standpunkte aus. Von Privatdozent Dr. J. Pezoldt. (Nr. 133.)

Sucht die Geſchichte des Nachdenkens über die Welt als eine ſinnvolle Geſchichte von Irrtümern phyſiologiſch verſtändlich zu machen im Dienſte der von Schuppe, Mach und Avenarius vertretenen Anſchauung, daß es keine Welt an ſich, ſondern nur eine Welt für uns gibt. Ihre Elemente ſind nicht Atome oder ſonſtige absolute Exiſtenzen, ſondern Farben, Ton-, Druck-, Raum-, Zeit- uſw. Empfindungen. Trotzdem aber ſind die Dinge nicht bloß ſubjektiv, nicht bloß Bewußtſeinserscheinungen, vielmehr müſſen die aus jenen Empfindungen zuſammengesetzten Beſtandteile unſerer Umgebung fortexiſtierend gedacht werden, auch wenn wir ſie nicht mehr wahrnehmen.

— ſ. a. Philoſophie; Weltanſchauung.

**Weltwirtſchaft.** Deutſchlands Stellung in der Weltwirtſchaft. Von Profeſſor Dr. Paul Arndt. (Nr. 179.)

Will in das Wunderwerk menſchlichen Scharſinns, menſchlicher Geſchicklichkeit und menſchlicher Kühnheit, das die Weltwirtſchaft darſtellt, einführen, indem unſere wirtſchaftlichen Beziehungen zum Auslande darſtellt, die Urſachen der gegenwärtigen hervorragenden Stellung Deutſchlands in der Weltwirtſchaft erörtert, die Vorteile und Gefahren dieſer Stellung eingehend behandelt, und endlich die vielen wirtſchaftlichen und politiſchen Aufgaben ſkizziert werden, die ſich aus Deutſchlands internationaler Stellung ergeben.

**Wetter.** Wind und Wetter. Fünf Vorträge über die Grundlagen und wichtigeren Aufgaben der Meteorologie. Von Profeſſor Dr. Leonh. Weber. Mit 27 Figuren im Text und 3 Tafeln. (Nr. 55.)

Schildert die hiſtoriſchen Wurzeln der Meteorologie, ihre phyſikaliſchen Grundlagen und ihre Bedeutung im gelaſten Gebiete des Wiſſens, erörtert die hauptſächlichſten Aufgaben, die dem ausübenden Meteorologen obliegen, wie die praktiſche Anwendung in der Wettervorherſage.

**Wirtſchaftsgeſchichte.** Die Entwicklung des deutſchen Wirtſchaftslebens im 19. Jahrhundert. Von Profeſſor Dr. E. Poſtle. (Nr. 57.)

Gibt in gedrängter Form einen Überblick über die gewaltige Umwälzung, die die deutſche Volkswirtſchaft im letzten Jahrhundert durchgemacht hat: die Umgeſtaltung der Landwirtschaft; die Lage von Handwerk und Hausinduſtrie; die Entſtehung der Großinduſtrie mit ihren Begleiterſcheinungen; Kartellbewegung und Arbeiterfrage; die Umgeſtaltung des Verkehrsweſens und die Wandlungen auf dem Gebiete des Handels.

— Deutſches Wirtſchaftsleben. Auf geographiſcher Grundlage geſchildert von Profeſſor Dr. Chr. Gruber. Neubearbeitet von Dr. Hans Reinlein. 2. Auflage. (Nr. 42.)

Beabſichtigt, ein gründliches Verſtändnis für den tieghaften Aufſchwung unſeres wirtſchaftlichen Lebens ſeit der Wiederaufrichtung des Reichs herbeizuführen und darzulegen, inwiefern ſich Produktion und Verkehrsbeziehung auf die natürlichen Gelegenheiten, die geographiſchen Vorzüge unſeres Vaterlandes ſtützen können und in ihnen ſicher verankert liegen.

— Wirtſchaftliche Erdkunde. Von Profeſſor Dr. Chr. Gruber. (Nr. 122.)

Will die urſprünglichen Zuſammenhänge zwiſchen der natürlichen Ausſtattung der einzelnen Länder und der wirtſchaftlichen Krafftäußerung ihrer Bewohner klar machen und das Verſtändnis für die wahre Machtpoſition der einzelnen Völker und Staaten eröffnen. Das Weltmeer als Hochſtraße des Weltwirtſchaftsverkehrs und als Quelle der Völkergröße, — die Landmaſſen als Schauplatz alles Kulturlebens und der Weltproduktion, — Europa nach ſeiner wirtſchaftsgeographiſchen Veranlagung und Bedeutung, — die einzelnen Kulturſtaaten nach ihrer wirtſchaftlichen Entſtaltung: all dies wird in anſchaulicher und großzügiger Weiſe vorgeführt.

— ſ. a. Amerika; Deutſchland; Eiſenbahnen; England; Frauenarbeit; Geographie; Handwerk; Japan; Rom; Schifffahrt; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung.

**Zoologie** ſ. Ameiſen; Tierleben.

**Aus Natur und Geisteswelt.**  
 Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Übersicht nach den Autoren.**

	Band-Nr.	Band-Nr.	
Abel, Chemie in Küche und Haus . . . . .	76	Gerber, Die menschliche Stimme . . . . .	136
Abelsdorff, Das Auge . . . . .	149	Giebrecht, Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte . . . . .	52
Ahrens, Mathematische Spiele . . . . .	170	Giejenhagen, Unsere wichtigsten Kulturlpflanzen . . . . .	10
Alkoholismus, d. seine Wirkungen u. seine Bekämpfung, 3 Bde. 103. 104. 145	145	Giseo ius, Verb. u. Vergeh. d. Pflanz. . . . .	173
Arndt, Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft . . . . .	179	Goldschmidt, Die Tierwelt d. Mikroff. . . . .	160
Auerbach, Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre . . . . .	40	Graef, Licht und Farben . . . . .	17
v. Bardeleben, Anatomie des Menschen, 2 Bde. . . . .	201. 202	Graul, Ostasiatische Kunst. . . . .	87
Bavind, Natürliche und künstliche Pflanzen und Tierstoffe . . . . .	187	Gruber, Deutsches Wirtschaftsleben — Wirtschaftliche Erdkunde . . . . .	42 122
Biedermann, Die techn. Entwickl. der Eisenbahnen der Gegenwart . . . . .	144	Günther, Das Zeitalter der Ent- deckungen . . . . .	26
Biernadi, Die mod. Heilwissenschaft . . . . .	25	Haendke, Die dtsch. Kunstl. tägl. Leben . . . . .	198
Bitterauf, Napoleon I. . . . .	195	Hahn, Die Eisenbahnen. . . . .	71
Blauf, Das Automobil . . . . .	166	v. Hansemann, Der Aberglaube in der Medizin . . . . .	83
Bloch, Die ständischen u. los. Kämpfe Blomann, Luft, Wasser, Licht und Wärme . . . . .	22 8	Hartwig, Das Stereoskop . . . . .	135
— Grundlagen der Elektrotechn. . . . .	168	Hassler, Die Polarforschung . . . . .	38
Boehmer, Jesuiten . . . . .	49	— Die deutschen Städte . . . . .	163
— Luther im Lichte der neueren Sicherungen . . . . .	113	Haushofer, Bevölkerungslehre . . . . .	50
Bongardt, Die Naturwissenschaften im Haushalt. 2 Bändchen. . . . .	125. 126	Hausrath, Der deutsche Wald . . . . .	153
Bonhoff, Jesus u. seine Zeitgenossen . . . . .	89	Heigel, Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert . . . . .	129
Börnstein, Die Lehre von d. Wärme . . . . .	172	Heil, Die deutschen Städte und Bürger im Mittelalter . . . . .	43
Börnstein und Marwald, Sicht- bare und unsichtbare Strahlen . . . . .	64	Heilborn, Die deutschen Kolonien. (Land und Leute) . . . . .	98
Braasch, Religiöse Strömungen . . . . .	66	— Der Mensch . . . . .	62
Brunier, Das deutsche Volkslied . . . . .	7	Hennig, Einführ. i. d. Wesen d. Mistfl. Hennings, Tierkunde. Eine Ein- führung in die Zoologie . . . . .	119 142
Bruns, Die Post . . . . .	165	Henjel, Rousseau . . . . .	180
— Die Telegraphie . . . . .	183	Hesse, Abstammungslehre und Dar- winismus . . . . .	39
Brüsch, Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. . . . .	108	Hüblich, Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswejen . . . . .	80
Büchgewerbe u. die Kultur. (Vor- träge v.: Sode, Hermelin, Kaupisch, Waentig, Wittowski und Wuttke) . . . . .	182	Janson, Meeresforsch. u. Meeresleben . . . . .	30
Büchner, 8 Vorträge aus der Ge- sundheitslehre . . . . .	1	Jlberg, Geisteskrankheiten . . . . .	151
Bürgerstein, Schulhygiene . . . . .	96	Kahle, Bjben, Björnson u. L. Zeitgenoss. Kaupé, Der Säugling . . . . .	193 154
Bürkner, Kunstpflege in Haus und Helmat . . . . .	77	Kaupisch, Die deutsche Illustration. . . . .	44
Busse, Weltanschauungen der großen Philosophen . . . . .	56	Kirchhoff, Mensch und Erde . . . . .	31
Cohn, Führende Denker . . . . .	176	Kirn, Die städtischen Lebensanschau- ungen der Gegenwart . . . . .	177
Cranz, Arithmetik und Algebra . . . . .	120	Knabe, Gesch. des deutschen Schulwes. Knauer, Zweigestalt der Geschlechter in der Tierwelt . . . . .	85 148
Daenell, Geschichte der Ver. Staaten von America . . . . .	147	— Die Ameisen . . . . .	94
v. Duhn, Pompeii . . . . .	114	Köhler, Moderne Rechtsprobleme . . . . .	128
Edstein, Der Kampf zwischen Mensch und Tier . . . . .	18	Kowalewskij, Infinitesimalrechnung . . . . .	197
Erbe, Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland . . . . .	117	Kraepelin, Die Beziehungen der Tiere zueinander . . . . .	79
Flügel, Herbaris Lehren und Leben . . . . .	164	Krebs, Haydn, Mozart, Beethoven . . . . .	92
Franz, Der Mond . . . . .	90	Kreibitz, Die 5 Sinne des Menschen . . . . .	27
Frech, Aus der Vorzeit der Erde . . . . .	61	Krüpe, Die Philosophie d. Gegenwart . . . . .	41
Frenkel, Ernährung und Volks- nahrungsmittel . . . . .	19	— Immanuel Kant . . . . .	146
Fried, Die mod. Friedensbewegung . . . . .	157	Küster, Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen . . . . .	112
Geffken, Aus der Werdezeit des Christentums . . . . .	54	Kunpers, Volksschule und Lehrer- bildung der Ver. Staaten . . . . .	150
		Langenbeck, Englands Weltmacht Langhain, Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben . . . . .	174 127

Jedes

Caun  
 ju  
 Ceft  
 Coen  
 des  
 Coß.  
 lan  
 Cufch  
 Mac  
 Mat  
 von  
 Man  
 Mae  
 Mar  
 in  
 Mat  
 M  
 Meh  
 im  
 Mer  
 — Se  
 be  
 mer  
 fel  
 mte,  
 Miel  
 Miel  
 Mäl  
 un  
 Mäl  
 — Bl  
 v. Ne  
 Opp  
 W  
 Otto  
 — De  
 Pab  
 Pau  
 Pete  
 di  
 — G  
 Peg  
 Pfar  
 Pifa  
 Poh  
 W  
 v. Po  
 Pott  
 no  
 Ran  
 B  
 Rati  
 Reh  
 Reul  
 Rich  
 — Se  
 Rich  
 Riet  
 von  
 Sach  
 li  
 Sché  
 Sché  
 Sché

Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Pfg.

Nr.  
136  
52  
10  
173  
160  
17  
87  
42  
122  
26  
198  
71  
83  
135  
38  
165  
50  
163  
98  
62  
119  
142  
180  
39  
80  
30  
151  
193  
154  
44  
51  
177  
85  
148  
94  
128  
197  
79  
92  
27  
41  
146  
112  
150  
174  
127

	Band-Nr.	Band-Nr.	
Launhardt, Am laufenden Webstuhl der Zeit . . . . .	23	Schirmacher, Die mod. Frauenbew. 67	
Leid, Krankenpflege . . . . .	152	Schmidt, Geschichte des Welthandels 118	
Loening, Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches . . . . .	34	Schubring, Rembrandt . . . . .	158
Loß, Verlehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900 . . . . .	15	Schumburg, Die Tubertulose . . . . .	47
Luschn v. Ebengreuth, D. Münze	91	Schwemer, Restauration u. Revolüt. — Die Reaktion und die neue Ära . . . . .	37 101
Maas, Lebensbedingungen der Tiere	139	— Vom Bund zum Reich . . . . .	102
Maler, Soziale Beweg. u. Theorien von Malakahn, Der Seetrieg . . . . .	2 99	Sieper, Schafsheare . . . . .	185
Manes, Grundz. d. Versicherungswes.	105	von Soden, Palästina . . . . .	6
Maennel, Vom Hilfschulwesen . . . . .	73	von Sothen, Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert . . . . .	59
Martin, Die höhere Mädchenschule in Deutschland . . . . .	65	Spiro, Geschichte der Musik . . . . .	143
Matthaei, Deutsche Baukunst im Mittelalter . . . . .	8	Stein, Die Anfänge d. menschl. Kultur	93
Mehhorn, Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu . . . . .	157	Steinhäusen, Germanische Kultur in der Urzeit . . . . .	75
Merdel, Bilder a. d. Ingenieurtechnik — Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit . . . . .	60 28	Sticher, Eine Gesundheitsl. f. Frauen	171
Meringer, Das deutsche Haus und sein Hausrat . . . . .	116	Strauß, Mietrecht . . . . .	194
Me, Moleküle — Atome — Weltäther	58	Teichmann, D. Befruchtungsvoorgang	70
Miehe, Die Erscheinungen des Lebens	130	Tews, Schulkämpfe der Gegenwart — Mod. Erziehung in Haus und Schule	111 159
Mielke, Das deutsche Dorf . . . . .	192	Thieß, Deutsche Schiffsahrt . . . . .	169
Möller, Deutschs Ringen nach Kraft und Schönheit. I. . . . .	188	Thurn, Die Funkentelegraphie . . . . .	167
Müller, Techn. Hochschulen Nordam. — Bilder aus der chemischen Technik v. Hegelstein, Germ. Mythologie	190 95	Tobler, Kolonialbotanik . . . . .	184
Oppenheim, Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit . . . . .	110	Tollsdorf, Gewerblicher Rechtsschutz in Deutschland . . . . .	138
Otto, Das deutsche Handwerk. — Deutsches Frauenleben . . . . .	14 45	Uhl, Entstehung und Entwicklung unserer Muttersprache . . . . .	84
Pabst, Die Knabenhandarbeit	140	Unger, Wie ein Buch entsteht . . . . .	175
Paulsen, D. deutsche Bildungswesen	100	Unold, Aufgaben und Ziele des Menschenlebens . . . . .	12
Petersen, Öffentliche Fürsorge für die hilfsbedürftige Jugend . . . . .	161	Vater, Hebezeuge . . . . .	196
— Öffentliche Fürsorge für die sittlich gefährdete Jugend . . . . .	162	— Theorie und Bau der neueren Wärmetrajmaschinen . . . . .	21
Pekold, Das Weltproblem . . . . .	135	— Die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmetrajmaschinen	86
Pflannuche, Rettg. u. Naturwissensch.	141	— Dampf und Dampfmaschine . . . . .	63
Pischel, Leben u. Lehre des Buddha	109	Verworn, Mechanik d. Geisteslebens	179
Pöhlle, Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrh. . . . .	57	Voges, Der Oblihbau . . . . .	107
v. Portugal, Friedrich Fröbel . . . . .	82	Volbehr, Bau und Leben der bildenden Kunst . . . . .	68
Pott, Der Text d. Neuen Testaments nach seiner geschichtl. Entwicklung	134	Wahrmund, Ehe und Eherecht . . . . .	115
Rand, Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses . . . . .	121	Weber, Wind und Wetter . . . . .	55
Rathgen, Die Japaner . . . . .	72	— Von Luther zu Bismard. 2 Bde. 123. 124 — 1848 . . . . .	55
Rehmit, Die Seele des Menschen . . . . .	36	Wedding, Effenhüttenwesen . . . . .	20
Reutau, Die Pflanzenwelt d. Mitroß.	181	Weinel, Die Gleichnisse Jesu . . . . .	46
Richter, Philosophie . . . . .	186	Weise, Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit . . . . .	4
— Schopenhauer . . . . .	81	— Die deutschen Volksstämme und Landschaften . . . . .	16
Richter, Einführung l. d. Philosophie	155	Wieler, Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen nartot. Aufgußgetränke	132
Riesch, Grundlagen der Tonkunst	178	Wilbrandt, Die Frauenarbeit . . . . .	106
von Rohr, Optische Instrumente . . . . .	88	Wislicenus, Der Kalender . . . . .	69
Sachs, Bau u. Tätigkeit des menschlichen Körpers . . . . .	32	Wittowski, Das deutsche Drama des 19. Jahrhunderts . . . . .	51
Scheffer, Das Mikrotop . . . . .	36	Wustmann, Albrecht Dürer . . . . .	97
Scheid, Die Metalle . . . . .	29	Zacharias, Süßwasserplantion . . . . .	156
Scheiner, Der Bau des Weltalls . . . . .	24	Zander, Vom Nervensystem . . . . .	48
		— Die Leibesübungen . . . . .	15
		Ziebarth, Kulturbild. a. griech. Städt.	131
		Ziegler, Allgemeine Pädagogik. — Schiller . . . . .	53 74
		v. Zwiethned-Schödenhorst, Arbeiterfrage u. Arbeiterversicherung	78

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

## DIE KULTUR DER GEGENWART IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE

HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG

Von Teil I und II sind erschienen:

Teil II, Abt. 1: **Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart.** Inhalt: Das Wesen der Kultur: W. Lexis. — Das moderne Bildungswesen: Fr. Paulsen. — Die wichtigsten Bildungsmittel. A. Schulen und Hochschulen. Das Volksschulwesen: G. Schöppa. Das höhere Knabenschulwesen: A. Matthias. Das höhere Mädchenschulwesen: H. Gaudig. Das Fach- und Fortbildungsschulwesen: G. Kerschensteiner. Die geisteswissenschaftliche Hochschulausbildung: Fr. Paulsen. Die naturwissenschaftliche Hochschulausbildung: W. v. Dyck. B. Museen. Kunst- und Kunstgewerbe-Museen. L. Pallat. Naturwissenschaftlich-technische Museen: K. Kraepelin. C. Ausstellungen. Kunst- und Kunstgewerbe-Ausstellungen: J. Lessing. Naturwissenschaftlich-technische Ausstellungen: O. N. Witt. D. Die Musik: G. Göhler. E. Das Theater: P. Schlenther. F. Das Zeitungswesen: K. Bücher. G. Das Buch: R. Pietschmann. H. Die Bibliotheken: F. Milka u. — Die Organisation der Wissenschaft: H. Diels. [XV u. 671 S.] 1906. Preis geh. M. 16.—, in Leinwand geb. M. 18.—

Teil I, Abt. 3: **Die orientalischen Religionen.** Bearbeitet von: Edv. Lehmann, A. Erman, C. Bezold, H. Oldenberg, J. Goldziher, A. Grünwedel, J. J. M. de Groot, K. Florenz, H. Haas. [VII u. 267 S.] 1906. Preis geh. M. 7.—, in Leinwand geb. M. 9.—

Teil I, Abt. 4: **Die christliche Religion mit Einschluß der israelitisch-jüdischen Religion.** Bearbeitet von: J. Wellhausen, A. Jülicher, A. Harnack, N. Bonwetsch, K. Müller, F. X. v. Funk, E. Troeltsch, J. Pohle, J. Mausbach, K. Krieg, W. Herrmann, R. Seeberg, W. Faber, H. J. Holtzmann. [XI u. 752 S.] 1906. Preis geh. M. 16.—, in Leinwand geb. M. 18.—

Teil I, Abt. 6: **Systematische Philosophie.** Bearbeitet von W. Dilthey, A. Riehl, W. Wundt, W. Ostwald, H. Ebbinghaus, R. Eucken, Fr. Paulsen, W. Münch, Th. Lipps. [VIII u. 432 S.] 1907. Preis geh. M. 10.—, in Leinwand geb. M. 12.—

Teil I, Abt. 7: **Die orientalischen Literaturen.** Mit Einleitung: Die Anfänge der Literatur und die Literatur der primitiven Völker. Bearbeitet von: E. Schmidt, A. Erman, C. Bezold, H. Gunkel, Th. Nöldeke, M. J. de Goeje, R. Pischel, K. Geldner, P. Horn, F. N. Finck, W. Grube, K. Florenz. [IX u. 419 S.] 1906. Preis geh. M. 10.—, in Leinwand geb. M. 12.—

Teil I, Abt. 8: **Die griechische und lateinische Literatur und Sprache.** Bearbeitet von: U. v. Wilamowitz-Moellendorf, K. Krumbacher, J. Wackernagel, Fr. Leo, E. Norden, F. Skutsch. 2. Aufl. [VIII u. 494 S.] 1907. Preis geh. M. 10.—, in Leinwand gebunden M. 12.—

Teil II, Abt. 8: **Systematische Rechtswissenschaft.** Bearbeitet von: R. Stammler, R. Sohm, K. Gareis, V. Ehrenberg, L. v. Bar, L. v. Seuffert, F. v. Liszt, W. Kahl, P. Laband, G. Anschütz, E. Bernatzik, F. v. Martitz. [X, LX u. 526 S.] 1906. geh. M. 14.—, in Leinwand geb. M. 16.—

**Probeheft und Spezial-Prospekte** über die einzelnen Abteilungen (mit Auszug aus dem Vorwort des Herausgebers, der Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes, dem Autoren-Verzeichnis und mit Probestücken aus dem Werke) werden auf Wunsch umsonst und postfrei vom Verlag versandt.

# Die Künstler-Steinzeichnung

(Original-Lithographie)

ist berufen, für das 20. Jahrhundert die gewaltige Aufgabe zu erfüllen, die der Holzschnitt im 15. und 16. Jahrhundert und der Kupferstich im 18. Jahrhundert erfüllt haben. Sie ist das einzige Vervielfältigungsverfahren, dessen Erzeugnisse tatsächlich Original-Gemälden vollwertig entsprechen. Hier bestimmt der Künstler sein Werk von vornherein für die Technik des Steindrucks, die eine Vereinfachung und kräftige Farbenwirkung ermöglicht, aber auch in gebrochenen Farbtönen den feinsten Stimmungen gerecht wird. Er überträgt selbst die Zeichnung auf den Stein und überwacht den Druck. Das Werk ist also bis in alle Einzelheiten hinein das Werk des Künstlers und der unmittelbare Ausdruck seiner Persönlichkeit. Die Künstler-Steinzeichnung allein schenkt uns die so lange ersehnte Volkskunst. **Keine Reproduktion kann ihr gleichkommen an künstlerischem Wert.** Durch mechanische Vervielfältigung geht das eigentlich Künstlerische stets verloren, und indem zumeist auch noch die Farbe fehlt, werden die Werte der Komposition nicht unwesentlich geändert.

Gerade Werke echter Heimatkunst, die einfache Motive ausgestalten, bieten nicht nur dem Erwachsenen Wertvolles, sondern sind auch dem Kinde verständlich. Sie eignen sich deshalb besonders für das deutsche Haus und können seinen schönsten Schmuck bilden. Der Versuch hat gezeigt, daß sie sich in vornehm ausgestatteten Räumen ebenso gut zu behaupten vermögen wie sie das einfachste Wohnzimmer schmücken. Auch in der Schule finden die Bilder immer mehr Eingang. Maßgebende Pädagogen haben den hohen Wert der Bilder anerkannt, mehrere Regierungen haben das Unternehmen durch Anlauf und Empfehlung unterstützt.

**Den illustrierten Katalog mit ca. 140 farbigen Abbildungen stelle ich Interessenten gegen Einsendung von 20 Pfg. postfrei zur Verfügung.**

Leipzig, Poststraße 3.

B. G. Teubner.

RLIN

RT

nwart.

wesen:

chulen.

L. Mat-

d Fort-

s Hoch-

ildung:

Natur-

Kunst-

hnische

heater:

Buch:

nsation

16.—,

iv. Leh-

awedel,

is geh.

itisch-

arnack,

usbach,

752 S.]

Dilthey,

Paulsen,

n Lein-

Die

ölker.

Gildeke,

Grube,

12.—

rache.

rnagel,

is geh.

st von:

t. F. v.

X, LX

zeln

(mit

ersicht

stücken

ostfrei

# Verzeichnis von B. G. Teubners farbigen Künstler - Steinzeichnungen.

## Größere Blätter:

Erschienen sind ca. 80 Blätter, darunter:

Bildgröße 100 > 70 cm M. 6. —

Banther, Abend.  
Bergmann, Seerosen.  
Biese, Hümngrab — Im Stahlwerk b. Krüpp.  
Lang, Schwarzwaldfanne.  
Du Bois-Reymond, Alt-Landsch. (Altropolis).  
Gensmer, Volkslied.  
Georgi, Ernte — Pflügender Bauer.  
Georgi, Postkarte.  
Hein, Am Weibstuhl.  
Herrmann, Seebild.  
Hoch, Fischerboote — Fischer — Kiefern.  
Kampmann, Mondaufgang — Herbst-  
Kandoll, Eichen. [abend.  
Roman, Partium — Röm. Campagna.  
Schnauer, Winterabend.  
Schrann-Sittau, Schwäne.  
Strich-Chapell, Lieb Heimatland ade —  
Herbst im Land — Dorf in Dünen — Mond-  
u. Vollmann, Wogendes Kornfeld. [nacht.  
Wieland, Matterhorn — Lehtes Leuchten.

Bildgröße 75 > 55 cm M. 5. —

Eichrodt, Säemann — Droben steht die  
Kapelle.  
Silenticher, Krähen im Schnee.  
Georgi, Acker Dörchen.  
Heder, Am Meeresstrand — Mühle am  
Hein, Im Wasgenwald. [Wether.  
Herbille, Heimkehr.  
Kampmann, Abendrot.  
Kallhan, Stille Nacht, heilige Nacht.  
Leiber, Sonntagstille.  
Liebermann, Im Parl.  
Einer, Abendfrieden.  
Matthaei, Nordseebühl.  
Munzfeld, Winternacht.  
Orll, Ribezahl — Hänsel und Gretel.  
Otto, Christus und Mikodemus — Maria  
und Martha.  
Schacht, Einjame Weide.  
Schlunzer, Waldwiese.  
Strich-Chapell, Frühlingsgäste.

## Kleinere Blätter:

Bildgröße 41 > 30 cm. Erschienen sind  
54 Blätter, je M. 2,50, darunter:

Becker, Sächsishe Dorfstraße.  
Bendral, Aus alter Zeit — St. Marien in  
Danzig — Jakobskirche in Thorn —  
Ordensfontäne Marienwerder — Die  
Marienburg — Ruine Rheben.  
Biese, Christmarkt — Einjamer Hof.  
Silenticher, Malmorgen.  
Hein, Das Tal.  
Herbille, Dorfkrübling.  
Hildenbrand, Was der Mond erzählt.  
Kampmann, Herbsttürme — Feterabend.  
Lang, Altes Städtchen.  
Pegel, Am Staditor. Landend. Fischerboot.  
Strich-Chapell, Blüh. Kajakanten. Heuernte.  
v. Vollmann, Frühling auf der Weide.  
Zeffing, Dresden. [Herbst in der Eifel.  
Leinwandmappe m. 10 Bl. u. Wahl M. 28. —  
Kartonmappe m. 5 Blätt. u. Wahl M. 12. —

## Wand-Frieße:

Bildgröße 108 > 44 cm je M. 4. —

Rehm-Dietor, Wer will unter die Soldaten  
— Wir wollen die goldene Bräute bauen  
— Schlaraffenland — Schlaraffenleben  
— Englein 3. Nacht — Englein 3. Hut.  
Lang, Um die Wurz — Betteles Spiel.  
Herrmann, Im Moor — Aschenbrodel —  
Rottäppchen.  
Rahmen v. M. 2. — bis M. 17. — laut Katalog.

## Bunte Blätter:

Kleinste Künstlersteinzeichnungen.

Blattgröße 35 > 25 cm.

Erschienen sind 16 Blätter,  
je M. 1. —, darunter:

Biese, Verjehnet.  
Daur, Am Meer.  
Silenticher, Am Waldestrand.  
Glad, Morgenionne im Hochgebirge.  
Hildenbrand, Stilles Gäßchen.  
Kampmann, Baumblüte — Bergdorf.  
Knapp, Unter dem Apfelbaum.  
Matthaei, In den Märchen.  
Schroeder, Bergschlößchen.  
In Furnierrahmen. . . . . M. 1.80  
In massiven Rahmen. . . . . M. 3. —  
Leinwandmappe mit 10 Blättern nach  
Wahl. . . . . M. 12. —  
Kartonmappe mit 5 Blättern nach  
Wahl. . . . . M. 5. —

Porträts: Größe 60 > 50 cm M. 3. —

Bauer, Goethe — Schiller — Luther.  
Kampf, Kaiser Wilhelm II.  
Bauer, Kleines Schillerbild. Größe  
19 > 29 cm. Preis 1 M., in Furnier-  
rahmen 2 M., in massiven Rahmen 3 M.

Rahmen: Zu d. größ. Blättern M. 3.80  
bis M. 17. — zu d. kleineren M. 2. — bis 4. —

**Katalog** mit farbiger Wiedergabe von ca. 140 Blättern für 20 Pf.  
vom Verlag B. G. Teubner in Leipzig, Poststraße 3.

## Urteile über B. G. Teubners farbige Künstler - Steinzeichnungen.

„ . . . . Doch wird man auch aus dieser nur einen beschränkten Teil der vorhandenen Bilder umfassenden Aufzählung den Reichtum des Dargebotenen erkennen. Indessen es genügt nicht, daß die Bilder da sind, sie müssen auch gekauft werden. Sie müssen vor allen Dingen an die richtige Stelle gebracht werden. Für öffentliche Gebäude und Schulen sollte das nicht schwer halten. Wenn Lehrer und Geistliche wollen, werden sie die Mittel für einige solche Bilder schon überwiesen bekommen. Dann sollte man sich vor allen Dingen in privaten Kreisen solche Bilder als willkommene Geschenke zu Weihnachten, zu Geburtstagen, Hochzeitsesten und allen derartigen Gelegenheiten merken. Eine derartige große Lithographie in den dazu vorrätigen Künstlerrahmungen ist ein Geschenk, das auch den verwöhntesten Geschmack befriedigt. An den kleinen Blättern erhält man für eine Ausgabe, die auch dem bescheidensten Geldbeutel ersparungswillig ist, ein dauernd wertvolles Geschenk.“ (Türner - Jahrbuch.)



O. Seiber: Sonntagsstille

75x55 : 5 M.

„Von den Bilderunternehmungen der letzten Jahre, die der neuen 'ästhetischen Bewegung' entspringen sind, begreifen wir eins mit ganz ungeprübter Freude: den 'künstlerischen Wanderschmuck für Schule und Haus', den die Firma B. G. Teubner in Leipzig herausgibt. . . . Wir haben hier wirklich einmal ein aus warmer Liebe zur guten Sache mit richtigem Verständnis in ehrlichem Bemühen geschaffenes Unternehmen vor uns — fördern wir es, ihm und uns zu Ruh, nach Kräften.“ (Kunstwart.)

„Alt und jung war begeistert, geradezu glücklich über die Kraft malerischer Wirkungen, die hier für verhältnismäßig billigen Preis dargeboten wird. Endlich einmal etwas, was dem öden Plakatbilde gewöhnlicher Art mit Erfolg gegenüber treten kann.“ (Die Hilfe.)

„Es läßt sich kaum noch etwas zum Ruhme dieser wirklich künstlerischen Steinzeichnungen sagen, die nur schon in den weitesten Kreisen des Volkes allen Beifall gefunden und — was ausschlaggebend ist — von den anspruchsvollsten Kunstfreunden ebenso begehrt werden wie von jenen, denen es längst ein vergeblicher Wunsch war, das Heim wenigstens mit einem farbigen Original zu schmücken. Was sehr selten vorkommt: hier begegnet sich wirklich einmal des Volkes Lust am Beschauen und des Kenners Freude an der künstlerischen Wiedergabe der Augenweide.“ (Kunst für Alle.)

„ . . . . Es ist unseres Erachtens wertvoller, an dieser originalen Kunst sehen zu lernen, als an vielen hundert mittelmäßigen Reproduktionen das Auge zu verblenden und totes Wissen zu lernen, statt lebendige Kunst mitzuerleben.“ (Illust. Zeitung.)

