



WORKS.

DR. LUDWIG BECK

DIE GESCHICHTE
DES EISENS
BAND 1

VON DER ANTIKE BIS ZUR
VÖLKERWANDERUNG

Die Geschichte des Eisens

*Band 1: Von der Antike bis zur
Völkerwanderung*

DR. LUDWIG BECK

*Die Geschichte des Eisens, Band 1, Dr. Ludwig Beck
Jazzybee Verlag Jürgen Beck
86450 Altenmünster, Loschberg 9
Deutschland*

ISBN: 9783849661823

*Quelle: Beck, Ludwig: Die Geschichte des Eisens. Bd. 1:
Von der ältesten Zeit bis um das Jahr 1500 n. Chr.
Braunschweig, 1884. In: Deutsches Textarchiv
<https://www.deutschestextarchiv.de/beck_eisen01_1884>,
abgerufen am 23.02.2022. Der Text wurde lizenziert unter
der Creative Commons-Lizenz CC-BY-SA-4.0. Näheres zur
Lizenz und zur Weiterverwendung der darunter lizenzierten
Werke unter [https://creativecommons.org/licenses/by-
sa/4.0/deed.de](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de). Der Originaltext aus o.a. Quelle wurde so
weit angepasst, dass wichtige Begriffe und Wörter der
Rechtschreibung des Jahres 2022 entsprechen.*

*www.jazzybee-verlag.de
admin@jazzybee-verlag.de*

INHALT:

Vorwort.

Einleitung.

Die Geschichte des Eisens von der ältesten Zeit bis zur
Völkerwanderung.

Ägypten.

Die Semiten.

Syrien.

Die Arier in Asien.

Turanier und Mongolen.

Chinesen.

Japaner.

Die Naturvölker in Afrika, Asien und Amerika.

Afrika.

Die Malaien.

Amerika.

Griechenland.

Italien und die Römer.

ERSTE ABTEILUNG. VON DER ÄLTESTEN ZEIT BIS UM DAS JAHR 1500 N. CHR.

VORWORT.

Wenn ich die vorliegende Arbeit, die mich mehr als zehn Jahre beschäftigt hat, der Öffentlichkeit übergebe, so hätte ich freilich gar mancherlei auf dem Herzen, das auszusprechen mich drängt. Gern möchte ich das Kind meiner Mühen dem Publikum empfehlen, seine Verdienste in das beste Licht stellen, um ihm einen recht großen Leserkreis geneigt zu machen. Aber wozu der vielen Worte. Ich fasse die guten Wünsche für mein Buch kurz zusammen in dem alten, deutschen Bergmannsgruß: „Glück auf!“

Was man sonst in eine Vorrede zu bringen pflegt, das habe ich in der Einleitung mitgeteilt. Es hätte deshalb auch dieses Vorwortes nicht bedurft, wenn es mir nicht ein Herzensbedürfnis wäre, an dieser Stelle denjenigen, die mir die Anregung zu dieser Arbeit gegeben und mich in der Ausführung unterstützt haben, meinen Dank auszusprechen. Dieser Dank gebührt zunächst meinen verehrten Lehrern, die zu meiner Freude alle noch am Leben sind, den Herren Professoren Robert Bunsen in Heidelberg, Peter Tunner in Leoben und John Percy in London, alle hochverdient um die Eisenindustrie. Der Letztere, bei dem ich während der Jahre 1864 und 1865 als Assistent beschäftigt war, gab mir die unmittelbare Anregung für die vorliegende Arbeit, indem er damals gerade mit seiner „Sketch of the history of iron“ im zweiten Bande seiner Metallurgie beschäftigt, es gelegentlich

aussprach, eine ausführliche Geschichte des Eisens zu schreiben, das müsste einmal eine Aufgabe für mich werden. Diese Worte sind auf fruchtbaren Boden gefallen. Ich habe sie nie vergessen und mich der Arbeit umso lieber unterzogen, da sie meinen Neigungen ganz entsprach. Nicht minder gilt mein Dank den Männern, die mir bei der Ausführung hilfreich zur Seite gestanden haben, vor allen meinem verehrten Freunde Professor Lindenschmit in Mainz, der mich mit Rat und Tat unterstützt und unablässig angeregt hat, dann Herrn Oberst von Cohausen in Wiesbaden, der mir Gelegenheit gab, mit ihm gemeinschaftlich die interessanten Untersuchungen auf der Salburg zu machen, ferner meinem Freunde Dr. Hostmann, der für mich in der zuvorkommendsten, uneigennützigsten Weise das schwierige Kapitel „Amerika“ bearbeitete. Auch der Direktion und den Beamten der Darmstädter Hofbibliothek, die mich stets auf das Freundlichste unterstützten und durch ihre Zuvorkommenheit mir es ermöglichten, an einem kleinen Orte ohne Bibliothek die schwere Aufgabe zu bewältigen, sage ich wärmsten Dank.

Mögen Alle, die sich für die Geschichte des Eisens interessieren, mein Buch mit Wohlwollen entgegennehmen, und möge dasselbe sich recht viele Freunde erwerben!

Rheinhütte b. Biebrich a. Rh., im März 1884.

Dr. L. Beck.

EINLEITUNG.

Die Geschichte des Eisens zu schreiben ist ein Wagnis, denn einerseits fehlt es an Vorarbeiten, andererseits liegen die Gebiete des Wissens, auf welchen eine solche Arbeit sich notwendig aufbauen muss, Kulturgeschichte und Technologie, weit auseinander. Letzteres ist wohl der Hauptgrund, dass es an einer umfassenden Bearbeitung des Gegenstandes bis jetzt gefehlt hat. Der Techniker beherrscht selten das historische Gebiet in dem Masse, wie es für eine solche Untersuchung, die weit über das Gebiet des rein Mechanischen hinausgreifen muss, erforderlich ist; ebenso wenig ist aber von dem Historiker von Fach Verständnis und Interesse für die technische Seite der Entwicklung der Eisenindustrie zu erwarten. Der Verfasser ist von Beruf Techniker und wenn er auch eifrig bemüht war, das unermessliche Feld der Geschichte und der einschlägigen Literatur nach Kräften auszubeuten, so ist er doch selbst wohl am meisten davon durchdrungen, wie unvollkommen seine Arbeit ist, wie weit das Geleistete hinter dem Erstrebten zurücksteht. Es ist ein erster Versuch auf einem unbebauten Felde, ein provisorischer Bau, an dem noch viele Bausteine, Verbindungen und Dekorationsglieder fehlen, der erst allmählich im Laufe der Zeit durch das Zusammenwirken Vieler seiner Vollendung entgegengeführt werden kann. Möge dieses Buch hierzu die Anregung geben!

Das Eisen bedingt und beherrscht unsere moderne Kultur. Es lieferte die Werkzeuge, die Waffen, die Maschinen, mit denen der Mensch sich seine Weltstellung

errungen hat. Darum ist die Geschichte der Benutzung dieses Metalles ein wichtiger Teil der Entwicklungsgeschichte der Menschheit. Ist es auch ungebräuchlich, einen leblosen Stoff zum Gegenstand einer historischen Untersuchung zu machen, so ist dies doch nicht ungerechtfertigt, am wenigsten bei dem Eisen. Es will uns vielmehr bedünken, als ob bei unserer Geschichtsschreibung dem biographischen Element gemeiniglich eine zu große Bedeutung eingeräumt würde, während die mechanischen Bedingungen der menschlichen Entwicklung, unter denen die Fortschritte der Technik, vor allem die der Eisentechnik eine hervorragende Rolle einnehmen, zu wenig Berücksichtigung fänden. Was hat den Umschwung der modernen Welt in solchem Masse veranlasst als die Erfindung der Dampfmaschine? Nehmen wir aber ein Geschichtsbuch, beispielsweise eine Geschichte der französischen Revolution in die Hände, so finden wir darin wohl ausführliche Untersuchungen über Charakter, Herkunft, Bildungsgang der großen und kleinen Menschen, die in dieser Katastrophe eine Rolle gespielt haben, und der individuellen Eigentümlichkeit der leitenden Personen wird die gründlichste Beachtung geschenkt, aber von der Einwirkung, der oben erwähnten Erfindung des großen Watt, sowie des daran sich knüpfenden Umsturzes der ganzen alten Technik durch die Herrschaft, welche die Steinkohle infolge derselben erlangte, lesen wir nichts. Und doch hat der materielle Druck, der infolge des Vorsprungs Englands durch Ausbeutung obiger Erfindung auf der gesamten Industrie Frankreichs lastete, vielleicht mehr Menschen der Revolution in die Arme getrieben, als die Ideen der Enzyklopädisten! Wer wird die historische Bedeutung solcher Tatsachen in Abrede stellen wollen, wenn wir nur auf den Einfluss hinweisen, den in dem letzten Menschenalter die Veränderung des Verkehrs durch die Eisenbahnen auf unsere Entwicklung, auf unsere

Geschichte geübt hat? Beide Erfindungen aber, die der Dampfmaschinen wie die der Eisenbahnen, waren bedingt und ermöglicht durch technische Fortschritte der Eisenbereitung, infolge deren dieses Metall billiger und besser beschafft werden konnte. Eine Geschichte des Eisens hat zunächst das erste Auftreten, die früheste Verwendung, also das Alter desselben zu untersuchen; dann die Art der Gewinnung, der Verarbeitung und der Benutzung, sowie die Fortschritte, die im Laufe der Zeit bei den verschiedenen Völkern hierin gemacht worden sind. Diese Untersuchung wird sich aber ausdehnen müssen auf den Einfluss der Verwendung des Eisens und die hierin erzielten Fortschritte auf die Völker im Einzelnen und die Menschheit im ganzen, sowie auch der Verkehr mit diesem Metall in rohem und verarbeiteten Zustand, der Eisenhandel, in das Gebiet unserer Betrachtung fällt.

Die Einteilung der Geschichte des Eisens nach Zeitabschnitten lässt sich ganz gut in Übereinstimmung bringen mit der gebräuchlichen Einteilung der allgemeinen Weltgeschichte. Die alte Zeit beginnt mit den Anfängen der Geschichte und endet mit der Völkerwanderung. In ihr war das Eisen zwar bekannt, seine Anwendung aber weniger allgemein und namentlich beeinträchtigt durch die Vorliebe für die Bronze. Mit der Völkerwanderung gelangte das Eisen als Material für Waffen und Werkzeuge zu unbedingter Herrschaft. Die Gewinnung des Eisens aus seinen Erzen geschah in dieser Periode auf die einfachste Weise, durch Reduktion in Gruben, Herden und Öfen mittels Blasebälgen ohne Anwendung von Maschinen. Das erhaltene Produkt war ein schmiedbares Eisen, das je nachdem es der Natur der Erze nach härter oder weicher war sich mehr dem Stahl oder dem Schmiedeeisen näherte. Gusseisen war in dieser Periode gänzlich unbekannt.

Die zweite Periode, welche mit der Völkerwanderung beginnt und in der Mitte des fünfzehnten Jahrhunderts abschließt, also das ganze Mittelalter umfasst, ist dadurch

charakterisiert, dass in derselben das Eisen zu allgemeinsten Verwendung kommt und das fast ausschließliche Nutzmetall wurde. Die Gewinnung geschieht auch in dieser Periode in ähnlicher Weise wie in der alten Zeit auf dem direkten Wege, doch wird bereits der Anfang zur Benutzung von Maschinenkräften gemacht, insbesondere kommt gegen Ende der Periode das natürliche Gefälle des Wassers als bewegende Kraft in Anwendung. Infolgedessen tritt ein Umschwung ein. Man fängt an, das Eisen in flüssiger Form als Roheisen darzustellen, man lernt den Eisenguss kennen. Aus dem Roheisen stellt man ein besseres Schweißisen, einen besseren Stahl dar. Die indirekte Methode der Eisengewinnung erlangt den Sieg. Die neue Zeit wird auf dieser Grundlage eröffnet. Die Einführung der Hochöfen führt zu einer gänzlichen Umwälzung in der Eisenbereitung. Von nun ab treten die direkten Darstellungsmethoden mehr und mehr zurück. Das Eisen wird in flüssiger Form als Roheisen aus seinen Erzen ausgeschmolzen und aus diesem Roheisen durch einen zweiten Prozess Stabeisen und Stahl erzeugt. Die Roheisenerzeugung wird die Grundlage der gesamten Eisenfabrikation, wie dies noch heutzutage der Fall ist. Es geschieht dies in der dritten Periode noch unter fast ausschließlicher Anwendung von Holzkohle und Benutzung der Wasserkraft.

Mit der Einführung des Dampfes als Betriebskraft und des Sieges der Steinkohle über die Holzkohle durch die Erfindung des Puddelprozesses findet die neue Zeit gegen Ende des vorigen Jahrhunderts ihren Abschluss. Die vierte Periode, die neueste Zeit, beginnt. Sie ist charakterisiert durch die Herrschaft der Steinkohle, die großartige Verwendung der Dampfkraft, die Massenstahlbereitung. In diesem Zeitabschnitte stehen wir noch mitten inne. Unsere geschichtliche Untersuchung wird sich vornehmlich auf die alte Zeit, das Mittelalter und die neue Zeit erstrecken. In

Bezug auf die neueste Zeit werden wir uns auf eine allgemeine Schilderung der zahlreichen Erfindungen und Verbesserungen beschränken müssen, denn eine gleich gründliche Behandlung der Entwicklung der Eisentechnik der neuesten Zeit würde sich dermaßen in technischen Einzelheiten ergehen müssen, dass nur der Fachmann ihr mit Interesse folgen könnte. Es empfiehlt sich, diesen Abschnitt, wenn er ausführlich behandelt werden soll, zum selbständigen Vorwurf einer besonderen Arbeit zu machen.

Die Behandlung des Stoffes in den verschiedenen Abschnitten wird keine gleichmäßige sein können. In der alten Zeit werden es die ersten Anfänge der Eisenindustrie, die Frage der frühesten Benutzung des Eisens, der Einfluss dieser Benutzung im allgemeinen, wie auf die in der Geschichte des Altertumes in den Vordergrund tretenden Völker insbesondere sein, die uns beschäftigen müssen. Die technischen Fragen der Gewinnung und Verarbeitung werden dagegen mehr in den Hintergrund treten, teils weil sich nur Weniges darüber ermitteln lässt, teils weil die unvollkommenen Methoden jener Zeit, da sie kaum in irgendwelchem Zusammenhang mit unseren modernen Darstellungsweisen stehen, von untergeordnetem Interesse sind. Darum empfiehlt es sich, die Geschichte des Eisens der alten Zeit nicht nach technischen Gesichtspunkten einzuteilen, sondern nach historischen und zwar in der Weise, dass wir die Kenntnis und Verwendung bei den einzelnen Hauptkulturvölkern nach einander unserer Betrachtung unterziehen; zuerst die der Ägypter, dann die der semitischen Völker Ostasiens, darauf die der Arier, Turanier, Chinesen u. s. w., worauf wir uns zu den europäischen Völkern, zunächst zu den Griechen und Römern wenden.

In der Behandlung des Mittelalters wird es hier und da schon möglich sein gewisse technische Gesichtspunkte in den Vordergrund zu stellen und die europäischen Völkerfamilien, die für die weitere Geschichte der

Eisenindustrie bis zur neuesten Zeit allein in Betracht kommen, in ihrer Nebeneinanderentwicklung zu behandeln. In der neuen Zeit werden es vorzugsweise die technischen Fortschritte sein, welche die Einteilung des Stoffes bedingen.

Die Quellen der Geschichte des Eisens sind spärlich und zerstreut. Von Arbeiten, welche unser Thema in seiner Allgemeinheit behandeln, existieren nur einige Aufsätze in den größeren Handbüchern über Eisenhüttenkunde. Unter diesen sind hervorzuheben die Einleitung zu Karstens Handbuch der Eisenhüttenkunde, und John Percys Skizze der Geschichte des Eisens im zweiten Bande seiner Metallurgie, doch beschränkt sich die letzterwähnte vortreffliche Arbeit auf Bemerkungen über das Alter des Eisens und auf Mitteilungen über die Einführung der Steinkohlen und Koks bei der Eisendarstellung in England. Eine neuere Schrift: „La ferronnerie“ von Liger enthält archäologisch Interessantes, ist aber in technischer Beziehung sehr mangelhaft. Das neueste Buch „The prehistorical use of iron and steel“ by John V. Day, London 1877 sucht nur den Nachweis für den frühen Gebrauch des Eisens bei den Völkern des Altertums zu führen. Bieten uns die historischen Vorarbeiten wenig für unseren Zweck, so ist die technische Literatur über das Eisen noch so jugendlichen Alters, dass sie für die Geschichte der früheren Zeit nur geringe Ausbeute gibt. Die ersten selbständigen Arbeiten, die das Eisen speziell zum Gegenstand technisch wissenschaftlicher Untersuchungen machten, sind die zwei klassischen Abhandlungen von Reaumur über den Zementstahl und die Darstellung des schmiedbaren Gusses aus dem Jahre 1722. Erst 1734 erschien die erste systematische Eisenhüttenkunde von dem berühmten Swedenborg in lateinischer Sprache unter dem Titel „Regnum subterraneum sive minerale de ferro“. Die älteren, hervorragenden metallurgischen Werke, wie das grundlegende Werk des Georg Agricola „De re

metallica“ (1556) oder die „Pyrotechnia“ des Italieners Vanuccio Biringuccio (1540) enthalten nur sehr ungenügende Mitteilungen über die Darstellung des Eisens. Zu ihrer Zeit hatte die Wissenschaft von diesem Zweig der Metallurgie noch keine Notiz genommen und während sie und andere gelehrte Männer eingehend die Darstellung des Goldes, des Silbers, des Kupfers, des Bleies und des Quecksilbers studierten und zu verbessern suchten, blieb die Eisengewinnung eine unbeachtete Kunst, den Bauern in den einsamen Waldschmieden überlassen. Dieselbe untergeordnete Stellung nahm die Eisengewinnung gegenüber der Gewinnung der anderen Metalle im klassischen Altertum ein. Deshalb sind die Mitteilungen der alten Schriftsteller über die Gewinnung und Verarbeitung des Eisens so außerordentlich spärlich und meist so unklar, dass sie den Eindruck machen, die Berichterstatter erzählten nach Hörensagen und hätten die Prozesse, die sie beschreiben, entweder nicht gekannt oder nicht verstanden. Die einschlägigen Bemerkungen finden sich zerstreut in den philosophischen, historischen wie poetischen Werken des Altertums; mühevoll muss man sie zusammensuchen aus den Schriften des Homer, Hesiod, Herodot, Thukidides, Aristoteles und Theophrast, wie später aus denen des Diodor, Strabo, Plutarch, Pausanias und anderer griechischer, wie aus denjenigen des Cäsar, Virgil, Plinius, Tacitus und anderer römischer Schriftsteller, um einigermaßen das Bild der alten Industrie wieder herzustellen. Über noch ältere Zeiten geben uns die Bibel, das Zend-Avest und die Veden, sowie die Inschriften der Ägypter, Assyrer, Inder und die Überlieferungen chinesischer Chronisten vereinzelte Aufschlüsse. Es bleibt eine beschwerliche Mosaikarbeit, diese unbedeutenden Gedenksteinchen wieder zu einem Gesamtbild zu vereinigen. Andere Quellen als die literarischen müssen es ausmalen helfen.

Die Analogie, welche uns die Anthropologie an den technischen Kenntnissen unzivilisierter Völker nachweist, sowie das Ergebnis der Untersuchungen von Fundstücken aus vergangener Zeit, worüber uns die Archäologie Aufschluss gibt, vermögen manche Lücke auszufüllen. Deshalb müssen die metallurgischen Kenntnisse der Naturvölker, die Funde von alten eisernen Werkzeugen und Geräten, wie die Reste alter Bergwerke und Schmelzvorrichtungen in das Bereich unserer Untersuchung gezogen werden. Ferner geben Mythen und Sagen, in welchen vorhistorische Erinnerungen in phantastischem Gewand erscheinen, Fingerzeige für die Geschichte der Metallgewinnung mancher Völker, wie z. B. der Griechen und Germanen. Von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind die Ergebnisse der Sprachvergleiche, welche namentlich, wenn über Alter und Ursitz der Eisengewinnung gehandelt wird, nicht unberührt gelassen werden dürfen, wenn auch weittragende Schlussfolgerungen hier umso mehr zu vermeiden sein werden, als diese schwierige Wissenschaft noch in ihren ersten Anfängen steht und die Versuchung, Lücken durch Hypothesen auszufüllen, bei jeder jungen Wissenschaft groß ist.

Aus so heterogenen Bestandteilen muss eine Geschichte des Eisens zusammengefügt werden.

Ehe wir nun in die eigentliche Behandlung unseres Themas eintreten, wird es zweckmäßig sein, auszuführen, woher es kommt, dass das Eisen eine so hervorragende Rolle unter den Metallen spielt, also seine Eigenschaften und sein Vorkommen in der Natur zu schildern, sowie die Art seiner Gewinnung und die verschiedenen Zustände, in denen es uns bekannt ist und in die es zum Zweck seiner Verwendung übergeführt wird. Die Wichtigkeit des Eisens beruht auf seinen Eigenschaften und auf der Verbreitung seiner Erze. Von allen metallischen Elementarbestandteilen nimmt das Eisen den hervorragendsten Anteil an der

Zusammensetzung unseres Erdkörpers, zugleich ist es für die Wohlfahrt der Menschen der wichtigste.

Die Erze des Eisens finden sich nicht nur in mächtigen Lagerstätten in allen Formationen angehäuft, sondern die Oxide dieses Metalls bilden einen wichtigen Gemeinetheil der Gesteine, welche die feste Erdkruste bilden. Vor allem enthalten die Silikatgesteine, aus denen das Gerippe der Erdkruste besteht, Eisen. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt das Mengenverhältnis an, in dem es in den Wichtigsten derselben enthalten ist.

Name des Gesteins	Gehalt an metall. Eisen	Mittel aus
Granit	2,245 Proc.	12 Analysen
Gneis	5,58 "	12 "
Quarzporphyr . . .	2,16 "	10 "
Felsitporphyr . . .	5,92 "	6 "
Syenit	6,91 "	9 "
Trachit	4,68 "	9 "
Melaphyr	7,225 "	10 "
Diabas	9,94 "	7 "
Dolerit	10,58 "	9 "
Basalt	12,347 "	10 "

Durch ihre Verbreitung und Eigenschaften spielten die Sauerstoffverbindungen des Eisens eine wichtige Rolle in dem großartigen Stoffwechsel der unorganischen Welt, auf dem die geologischen Umbildungen beruhen. Das Eisenoxidul der Silikatgesteine bindet einen Teil der Kohlensäure, welche mit dem Regentropfen in die Tiefe dringt, und wird als ein im Überschuss von Kohlensäure gelöstes Karbonat der Oberfläche wieder zugeführt. In Berührung mit der Atmosphäre verliert die Lösung wieder einen Teil der Kohlensäure, während das Oxidul Sauerstoff aufnimmt, Wasser bindet und sich als gelber Eisenschlamm absetzt. Das Freiwerden der Kohlensäure ruft organisches Leben hervor, indem es Kohlensäure atmende Sumpfpflanzen gedeihen lässt und hierbei zeigt sich eine solche Wechselwirkung organischer und unorganischer Tätigkeit, dass es zweifelhaft bleibt, ob das Pflanzenleben

die Abscheidung der Kohlensäure, oder ob die Abscheidung der Kohlensäure das Pflanzenleben veranlasst. Der oxidische Eisenschlamm ist wiederum meist nur ein Zwischenstadium in dem unaufhörlichen Stoffaustausch. Durch die Bildung von Kohlenwasserstoff, Kohlen- und Schwefelsäure infolge der Verwesung abgestorbener Sumpfpflanzen wird er in lösliche Oxidulsalze zurückgeführt, um von neuem in den Kreislauf des Stoffwechsels einzutreten. Eine nicht minder wichtige Rolle als in dem unorganischen spielt das Eisen in dem organischen Leben. Es ist das einzige schwere Metall, welches einen wesentlichen Bestandteil unseres Blutes ausmacht. Wir wissen ferner, dass über die Grenzen unserer irdischen Wohnstätten hinaus das Eisen verbreitet ist. Gleichsam wie eine Versicherung, dass auch außerhalb unseres Planeten an diesem wichtigsten Metall kein Mangel sei, fallen aus dem unbekanntem Weltraum von Zeit zu Zeit Blöcke gediegenen Eisens auf unsere Erde herab. Der metallische Zustand dieser Meteoriten überrascht uns, da wir das Eisen auf der Erde nicht in gediegenem Zustand finden und das künstlich reduzierte Metall nicht lange in unserer Sauerstoffatmosphäre bestehen kann. Wenn schon hieraus gefolgert werden muss, dass die Atmosphären, welche die Meteoriten oder die fremden Sterne, denen sie entstammen, — denn man pflegt sie als Trümmer von Planeten, Kometen oder Fixsternen anzusehen, — umgaben, keine Sauerstoffatmosphären gewesen sein können, so ist dies durch die interessanten Versuche Grahams neuerdings zur Gewissheit geworden. Graham bemerkte, dass das meteorische Eisen, welches 1814 bei Lenarto in Ungarn gefallen war, bei der Erhitzung das dreifache Volumen von Luft ausgab, die aus 86 Proz. Wasserstoff und 4½ Proz. Kohlenoxidgas zusammengesetzt war, während unser künstlich dargestelltes Eisen nur Kohlenoxidgas enthält und zwar 1 Volum. Wasserstoff ist demnach der Hauptbestandteil dieser meteorischen

Atmosphäre. Die Resultate dieser Untersuchung werden bestätigt durch die Ergebnisse der Spektralanalyse, welche nachweist, dass Eisen und Wasserstoff in hervorragender Weise an der Zusammensetzung der Sonnenatmosphäre teilnehmen.

Die Spektralanalyse macht es wahrscheinlich, dass das Eisen der wichtigste mineralische Bestandteil des Zentralkörpers unseres ganzen Planetensystems ist und steht zu vermuten, dass auch an der Masse unseres Erdkörpers das Eisen in viel größerem Verhältnis Teil nimmt, als aus der Zusammensetzung der Oberfläche, wo die leichte Kieselsäure in Verbindung mit den verbrannten Metallen ausgeschieden ist, erscheint. Denn das spezifische Durchschnittsgewicht des gesamten Erdkörpers beträgt das 5,44 fache des Wassers, während das der äußeren, uns bekannten Erdkruste kaum halb so hoch ist. Die Wirkungssphäre des Sauerstoffs reicht wahrscheinlicher Weise nur bis zu relativ geringer Tiefe. Wenn die Temperatur nach dem Innern der Erde in derselben Weise zunimmt, wie in den uns bekannten Tiefen, so liegt der Wärmeort, wo die Zersetzung des Wassers eintritt, also die chemischen Verwandtschaftsbedingungen, die an der Oberfläche der Erde herrschen, umgekehrt werden, verhältnismäßig nicht fern und es ist anzunehmen, dass über diese Grenze hinaus die schweren Metalle in unverbundenem Zustande angehäuft sind. Der ferndringende Blick der Spektralanalyse hat das Eisen noch weit außerhalb unseres Planetensystems nachzuweisen vermocht. In den Atmosphären des Aldebaran und des Sirius bilden Eisen und Wasserstoff die Hauptbestandteile. Doch kehren wir zurück auf unsere Erde, wo zum Segen der Menschheit die Erze des Eisens sich allerwärts vorfinden.

Sie sind so verbreitet, dass es eine höchst weitschweifige und ermüdende Arbeit sein würde, wollte man die bekannten Eisenerzvorkommen aller Länder

zusammentragen und so eine Geographie der Eisenerzlagerstätten liefern. Diejenigen, welche für die Geschichte des Eisens von besonderer Wichtigkeit sind, werden gelegentlich betreffenden Orts erwähnt werden. Dagegen ist es von Interesse, eine Übersicht der Erze nach ihrem chemischen Verhalten zu geben.

Die Eisenerze haben einen gemeinsamen chemischen Charakter, alle sind Sauerstoffverbindungen. Das reichste derselben ist das schwarze Oxid, der Magnet Eisenstein, der aus drei Äquivalenten Eisen und vier Äquivalenten Sauerstoff zusammengesetzt ist und in chemisch reinem Zustande einen Eisengehalt von 72,4 Proz. hat. Sein spezifisches Gewicht schwankt zwischen 4,98 bis 5,20. Er findet sich kristallisiert im regulären System und ist hauptsächlich in Schweden, Norwegen, im Ural, in Kanada, Neu-Jersey und Pennsylvanien verbreitet.

Die zweitreichste, häufig vorkommende Sauerstoffverbindung des Eisens ist das rote Oxid, das kristallinisch als Eisenglanz oder dicht als Roheisenstein sich findet. Es besteht aus zwei Äquivalenten Eisen mit drei Äquivalenten Sauerstoff und enthält im reinen Zustande 70 Proz. Eisen. Sein spezifisches Gewicht ist 5,19 bis 5,23. Die berühmten Eisenerze der Insel Elba bestehen aus Eisenglanz, während der dichte Roteisenstein das wichtigste Erz Mitteldeutschlands bildet. Für sich erhitzt, verändert sich dieses Oxid nicht, erst bei sehr hoher Temperatur entweicht ein Anteil seines Sauerstoffs; durch reduzierende Gase erleidet es dagegen schon bei verhältnismäßig geringer Hitze eine teilweise geringe Reduktion. Wird der Roteisenstein vor dem Verschmelzen einer Röstung unterworfen, so geschieht dies nur, um eine mechanische Auflockerung zu erreichen. Die dritten, sehr verbreiteten Sauerstoffverbindungen des Eisens sind die braunen, wasserhaltigen Oxide, die Brauneisensteine, welche als brauner Glaskopf, als Sumpferz, Seeerz, Bohnerz u. s. w. gefunden werden. Die

wasserhaltigen Oxide sind nicht kristallisiert. Die reinste Abänderung, der braune Glaskopf, besteht aus zwei Atomen Sesquioxid und drei Atomen Wasser; eine zweite wasserreichere Verbindung enthält zwei Atome Wasser auf ein Atom Eisenoxid. Diese Eisenhydrate sind in den dichten und erdigen Brauneisenerzen mit mehr oder weniger Ton vermischt. Wird das Erz erhitzt, so entweicht das Wasser und es bleibt wasserfreies, rotes Oxid zurück. Brauneisensteine finden sich in allen Formationen. In den älteren, besonders in der silurischen und devonischen kommen sie meist in Gängen vor und sind oft das Umwandlungsprodukt des Eisenspat, in welchem Falle sie sehr rein, reich an Mangan und vorzügliche Eisenerze sind. In den jüngeren Formationen treten dagegen die Brauneisenerze häufiger als Lager auf, deren Bildung zuweilen, wie bei den schwedischen Seeerzen, noch fortschreitet. Organische Wesen sind oft die Veranlassungen solcher Ablagerungen. So scheiden Moospflanzen in flachen Wassern, die doppelkohlensaures Eisenoxidul gelöst enthalten, oft Eisenoxidhydrat aus, indem sie durch ihre Respirationstätigkeit der Flüssigkeit den Überschuss an Kohlensäure, der die Eisenverbindung gelöst hält, entziehen. Das ausgeschiedene Eisenoxidhydrat setzt sich um das Netzwerk der Pflanzenwurzeln ab. Dass auch Infusorien das Eisenoxidhydrat durch ihre Lebenstätigkeit unmittelbar zum Absatz bringen können, beweist die Entstehung der Seeerze Schwedens. Solche Ablagerungen können zwar unter Umständen von großer Reinheit sein, in den meisten Fällen aber enthalten sie, abgesehen von den Toneinmengungen, einen beträchtlichen Anteil an Phosphorsäure, der sie weniger für die Herstellung von Schmiedeeisen und Stahl, als von Gusswaren tauglich macht.

Die vierte oxidische Verbindung endlich, welche die Natur liefert, ist das hellgefärbte, kohlensaure Eisenoxidul, der Eisenspat. In reinem Zustande tritt er in der

Kristallform des Kalkspats in Rhomboedern auf und ist eine Verbindung von einem Atom Eisenoxidul mit einem Atom Kohlensäure, welche in reinem Zustande 48,275 Proz. Eisen enthält. Meist jedoch ist es begleitet von den isomorphen Karbonaten, kohlensaurem Manganoxidul, kohlenaurer Magnesia und kohlensaurem Kalk. Das spezifische Gewicht dieses Erzes ist 3,7 bis 3,9. Eisenspat kommt in den älteren Formationen meist in Gängen vor, selten in Lagern. Sein oft beträchtlicher Mangangehalt macht dieses Erz besonders geeignet zur Stahlgewinnung. Vor seiner Verschmelzung wird es gewöhnlich einer Röstung unterworfen, wodurch die Kohlensäure ausgetrieben und eine teilweise Oxidation herbeigeführt wird. Das Röstprodukt ist eine schwarze, zuweilen halbmetallisch glänzende Oxidverbindung des Eisens, die in ihrer Zusammensetzung dem Magneteisenerz nahe steht. Der Eisenspat erleidet schon beim Liegen an der Luft eine Zersetzung, wobei seine fast weiße Farbe durch Gelb in dunkles Braun übergeht. Dabei tauscht sich Kohlensäure gegen Wasser aus und das Oxidul nimmt Sauerstoff auf, bis das Endprodukt Brauneisenerz entsteht. Die berühmtesten Fundplätze dieses Eisenspats sind in Steiermark und im Siegerland. Das kohlensaure Eisenoxidul findet sich ferner in amorphem oder kryptokristallinischem Zustand vermengt mit Ton in den tonigen Sphärosideriten, dem Kohleneisenstein (Blackband) u. s. w., Erze, die je nach ihren Beimengungen die verschiedenartigsten Farben und das verschiedenartigste Ansehen haben. Alle gehen durch Zersetzung in Brauneisenstein über.

Die Darstellung des Eisens aus seinen Erzen ist ein leicht verständlicher Vorgang. Er beruht auf einer einfachen Reduktion der Oxide, welche durch Kohle bei hoher Temperatur bewirkt wird. Das Eisen, welches auf diese Weise gewonnen wird, ist nicht chemisch rein, sondern enthält stets Kohlenstoff. Durch diese Beimengungen von Kohlenstoff wird es erst zu technischen Zwecken

verwendbar. Bekanntlich unterscheidet man drei Hauptmodifikationen des Eisens: Das Roheisen, den Stahl und das Schmiedeeisen. Die Verschiedenheit dieser Modifikationen, die so groß ist, dass sie sprachlich durch besondere Worte bezeichnet werden, beruht auf dem verschiedenen Kohlenstoffgehalt. Das Roheisen enthält am meisten, 3 bis 5,93 Proz., das Stabeisen am wenigsten, 0,08 bis 0,6 Proz., der Stahl steht in der Mitte mit 0,6 bis 2,3 Proz. Kohlenstoff. Es ist bis heute noch nicht mit Bestimmtheit erwiesen, wie wir uns die chemische Bildung der Eisenarten zu erklären haben, ob der Kohlenstoff in den Eisensorten mit einem Teile des Metalls in bestimmter chemischer Verbindung oder ob er nur in Auflösung enthalten ist. Nicht nur der verschiedene Gehalt an Kohlenstoff, sondern auch die Art seiner Verbindung bedingen die Verschiedenheit der Eigenarten. Das kohlenstoffreichste Roheisen ist am leichtesten schmelzbar, das kohlenstoffärmste Stabeisen am schwersten. Der Stahl steht, wie im Kohlenstoffgehalt, so auch bezüglich der Schmelzbarkeit in der Mitte. Man kann sagen, die Schmelzbarkeit des Eisens nimmt zu mit seinem Kohlenstoffgehalt, doch wird diese allgemeine Regel eingeschränkt durch die Verschiedenheit des Verbindungszustandes des Kohlenstoffs im Eisen, besonders im Roheisen. Es gibt Eisensorten, die sowohl in Bezug auf ihre Schmelzbarkeit, als auch ihrem sonstigen physikalischen Verhalten große Verschiedenheit zeigen, während ihre quantitative chemische Zusammensetzung ganz oder nahezu die gleiche ist. Man unterscheidet diese Roheisensorten nach ihrer Farbe als graues und weißes Roheisen. In den grauen Roheisensorten ist nur ein Teil des Kohlenstoffs chemisch gebunden, während ein anderer Teil in der Form kristallinischer Blättchen, als sogenannter Graphit, ausgeschieden ist. Diese dunklen Blättchen erteilen dem Eisen die eigentümliche graue Farbe. — In den weißen Roheisensorten ist aller oder nahezu aller

Kohlenstoff chemisch gebunden. Dadurch erklärt es sich, dass die physikalischen Eigenschaften beider nicht dieselben sein können, da diese durch den gebundenen Kohlenstoff bedingt werden. Deshalb ist auch weißes Eisen leichter schmelzbar als graues von gleichem Kohlenstoffgehalt. Doch wird das graue und nicht das weiße Eisen zum Vergießen gebraucht und deshalb als „Gusseisen“ bezeichnet, weil das weiße Eisen hart und spröde ist und da es sich beim Erkalten stärker zusammenzieht und die Formen ungenügend ausfüllt. In Bezug auf die Schmelzbarkeit der Eisensorten hat Pouillet folgende Tabelle mitgeteilt:

Leicht schmelzbares weißes Roheisen schmilzt bei 1050° C.

Schwer schmelzbares weißes Roheisen schmilzt bei 1100° C.

Leicht schmelzbares graues Roheisen schmilzt bei 1100° C.

Schwer schmelzbares graues Roheisen schmilzt bei 1200° C.

Leicht schmelzbarer Stahl schmilzt bei 1300° C.

Schwer schmelzbarer Stahl schmilzt bei 1400° C.

Schmiedeeisen schmilzt bei 1500 bis 1700° C.

Eine zweite wichtige Eigenschaft des Eisens ist seine Härte, welche ebenfalls mit dem Kohlenstoffgehalt schwankt. Das kohlenstoffärmste Schmiedeeisen ist die weichste Verbindung, welche sich deshalb am leichtesten bearbeiten lässt. Das kohlenstoffreichste „Spiegeleisen“ ist die härteste Eisenverbindung. Das graue Roheisen ist viel weicher als das weiße. Die größte Eigentümlichkeit in Bezug auf die Härte zeigt der Stahl. Wird glühender Stahl langsam abgekühlt, so wird er weich; kühlt man ihn dagegen rasch ab, so wird er hart und zwar so hart, dass man mit Leichtigkeit den langsam erkalteten,

„ungelöschten“ Stahl mit dem rasch erkalteten, „abgelöschten“ Stahl feilen, bohren und schneiden kann. Das Material lässt sich also ohne Schwierigkeit mit sich selbst bearbeiten. Diese ausgezeichnete Eigenschaft hat der Stahl vor den anderen Eisensorten voraus und sie ist es hauptsächlich, die den Stahl zu der geschätztesten Eisenkohlenstoffverbindung macht. Während der langsam erkaltete Stahl kaum dem Schmiedeeisen an Weichheit nachsteht, besitzt der abgelöschte Stahl nahezu die Härte des Spiegeleisens. Es gehen diese Härteunterschiede nach der gewöhnlichen Skala von 4 bis 7. Vergleicht man die Stahlsorten untereinander, so bleibt auch hier die Regel richtig, dass die Härte mit dem gebundenen Kohlenstoffgehalt zunimmt, vorausgesetzt, dass die verglichenen Stahlsorten unter denselben Umständen erkaltet sind. — Stahl von gleichem Kohlenstoffgehalt wird durch das Ablöschen umso härter, je größer die Temperaturdifferenz zwischen dem erhitzten Stahl und der Flüssigkeit, in der er abgelöscht wird, dem „Härtewasser“, und je größer die spezifische Wärme der Flüssigkeit, in welcher der Stahl gelöscht wird, ist. Mit der Härte nimmt auch die Sprödigkeit zu, so dass glasharter Stahl sich pulvern lässt. Solcher Stahl ist für Werkzeuge meist zu hart und spröde. Beides aber kann man ihm wieder benehmen durch Erhitzen bis zu einer gewissen Temperatur und darauf folgendes langsames Abkühlen. Bei diesem langsamen Erhitzen, dem „Anlassen“, zeigt blanker, namentlich polierter Stahl eine Reihe aufeinander folgender Farben, welche man die Anlauffarben nennt, nach denen man den Grad der Härte und Elastizität, welche man dem Stahl durch das Anlassen geben will, bestimmen kann. Die Anlauffarben folgen sich in nachfolgender Ordnung:

Bei 220° C. blassgelb,
Bei 230° C. strohgelb,

Bei 255° C. braun,
Bei 265° C. purpurfleckig
Bei 277° C. purpurfarbig violett,
Bei 288° C. hellblau,
Bei 297° C. dunkelblau,
Bei 316° C. schwarzblau

Der Stahl wird umso weicher, je höher man ihn anlässt. Will man einem weichen, elastischen Gegenstand, z. B. einer Feder, die richtige Härte geben, so wird man sie blau anlaufen lassen, während man eine harte Schneide nur gelb anlässt.

Das Schmiedeeisen zeigt die Eigenschaft der Härtung durch Ablöschen nicht, man setzt deshalb die Grenze von Stahl und Schmiedeeisen da, wo die Härtung aufhört; dies tritt bei einem Kohlenstoffgehalt von circa 0,62 Proz. ein.

Dass Farbe und Textur der Eisensorten sehr abweichend sind, ist schon angedeutet worden. Je mehr gebundenen Kohlenstoff ein Eisen enthält, desto weißer, silberfarbiger, je mehr ausgeschiedenen Kohlenstoff (Graphit), desto schwärzer wird es. Die Extreme der Farben zeigen großblättriges Gießereieisen, das fast schwarz ist, und Spiegeleisen. Farbe und Glanz werden sehr beeinflusst durch die Textur. So zeigen Schmiedeeisen und Stahl ursprünglich kristallinen blättrigen Bruch und glänzende Farbe, durch Schmieden und Walzen wird das Gefüge sehnig, der Glanz matt, die Farbe meist heller. Das Eisen kristallisiert im regulären System meist in Oktaedern. Die Kristallform des Spiegeleisens, welches in großen, glänzenden Flächen bricht, ist noch nicht aufgeklärt.

Die Schmiedbarkeit des Eisens steht im allgemeinen im umgekehrten Verhältnis zur Härte. Weißes Eisen und abgelöschter Stahl sind sehr spröde; weicher Stahl und Schmiedeeisen sehr dehnbar. Die Schmiedbarkeit wird beeinträchtigt durch chemische Verunreinigungen; so machen geringe Beimengungen von Schwefel Eisen oder

Stahl rotbrüchig, ebenso Kupfer. Phosphor erzeugt Kaltbruch, ähnlich wirken Arsen und Antimon. Silicium beeinträchtigt die Festigkeit des Eisens. Ähnlich wie mit der Schmiedbarkeit verhält es sich mit der Zähigkeit.

Die Elastizität ist in besonders ausgezeichnetem Grade dem Stahl eigen. Es ist eine Verbindung von Härte und Zähigkeit. Besonders zeigt der angelassene Stahl eine Elastizität wie kein anderer Stoff; wir wollen hier nur an die feinen Uhrfedern erinnern.

Eine andere Eigenschaft, die unter den Nutzmanmetallen das Eisen allein besitzt, ist seine Schweißbarkeit. Erhitzt man Schmiedeeisen und Stahl, so geht er lange, ehe er schmilzt, in einen erweichten Zustand über, in dem sich durch Drücken und Hämmern zwei Stücke miteinander verbinden lassen wie weiches Wachs. Die Schweißbarkeit steht im umgekehrten Verhältnis zum Kohlenstoffgehalt und hört auf mit dem harten Stahl. Roheisen ist nicht schweißbar. Die wichtigste Eigenschaft der Eisensorten ist seine Festigkeit, durch die sich das Eisen ebenfalls vor allen anderen Nutzmanmetallen auszeichnet. Sie variiert mit dem Kohlenstoffgehalt. Die absolute Festigkeit, d. h. der Widerstand gegen das Zerreißen, ist am größten bei weichem Stahl, etwa doppelt so groß, als bei Schmiedeeisen. Die Versuchsziffern schwanken allerdings bedeutend, je nach der Reinheit und Bearbeitung der untersten Stahl- und Eisensorten. Bei dünnen Stäben ist die Festigkeit relativ größer als bei dicken. Es trägt die Flächeneinheit von 3 cm Quadrat bei Quadratstäben

von 3,0 cm Seitenfläche 2900 kg
von 1,5 cm Seitenfläche 37500 kg
von 0,75 cm Seitenfläche 47500 kg

Es rührt dies teils von der Bearbeitung, teils von der größeren Oberfläche her. Die Festigkeit des Schmiedeeisens ist mehr als dreimal so groß, als die des

Gusseisens. Deshalb wendet man da, wo das Material auf Zugfestigkeit in Anspruch genommen wird, wie bei Brückenträgern, Schmiedeeisen an. In Bezug auf die relative Festigkeit, den Widerstand gegen das Zerdrücken, ist das graue Roheisen dem Schmiedeeisen überlegen, deshalb wendet man zum Tragen, besonders als Unterstützungssäulen, Gusseisen an. Gute Stahlsorten, namentlich guter Gussstahl, übertreffen in beiden Beziehungen alle übrigen Eisensorten. Es verhalten sich die Festigkeitskoeffizienten bei Zug und Druck in Kilogrammen pro Quadratcentimeter folgendermaßen:

	Zug	Druck
Schmiedeeisen	4000	3000
Eisendraht	6500	---
Gusseisen	1300	7000
Gewalzter Stahl	6000	6000
Gussstahl	8000	10000

Die Aufgabe des Hüttenmannes ist es, dasjenige Eisen aus dem Erz darzustellen, welches dem Zweck seiner Verwendung am meisten entspricht. Aus jedem Erz lassen sich die drei Kohlenstoffverbindungen des Eisens erhalten, wenn auch nicht mit gleichem Vorteil, indem manche Eisenerze sich mehr als andere zur Darstellung einer bestimmten Eisensorte eignen. Das oxidische Eisenerz, wenn man es in Berührung mit Kohle glüht, wird reduziert. Dabei behält das reduzierte Eisen anfänglich die Gestalt der Erzstücke und ist frei oder nahezu frei von Kohlenstoff. Bleibt es aber weiterhin in Berührung mit den glühenden Kohlen, so nimmt es Kohlenstoff auf und durchläuft, wenn die Temperatur hoch genug ist, nach und nach alle Zustände der Kohlhung von Schmiedeeisen bis zu dem Roheisen, indem, je höher die Temperatur ist, umso mehr das Eisen das Bestreben zeigt, die größtmögliche Menge Kohlenstoff aufzunehmen und die leichtschmelzbarste

Verbindung zu bilden. Soll aber Roheisen entstehen, so muss die Hitze mindestens der Schmelztemperatur des weißen Eisens entsprechen; ist dies nicht der Fall, oder ist die Berührung mit den kohlendenden Gasen unvollständig, von zu kurzer Dauer oder wirken auf das gekohlte Eisen nachträglich wieder oxidierende Gase ein, so entsteht kein Roheisen, sondern eine geringer gekohlte Verbindung, die, da sie schweißbar ist, sich zu einem Klumpen vereinigt, und meist dem Schmiedeeisen, seltener dem Stahl entspricht. Da die Betriebsmittel, welche die Alten bei ihrer Eisenbereitung anwendeten, so unvollkommen waren, dass dadurch die vollständige Kohlung nicht erreicht werden konnte, so erhielten sie nicht gefloßenes Roheisen, sondern zusammengebackenes Schmiedeeisen. Ihre Schmelzapparate waren Herde oder niedrige Öfen, welche keine genügend lange Einwirkung der kohlendenden Gase gestatteten; ihre Gebläsevorrichtungen waren so mangelhaft, dass sie damit keine hohe Temperatur erzeugen konnten und endlich leiteten sie den Wind meistens in der Weise in den Ofen, dass er das Metall traf und eine nachträgliche Entkohlung bewirken musste. Aus allen diesen Ursachen blieb den Alten das gefloßene Roheisen unbekannt, und wenn sie auch einige Kenntniss davon gehabt zu haben scheinen, dass das Eisen schmelzbar ist und sich bei ihren Prozessen je nach den Umständen zuweilen etwas gefloßenes Eisen gebildet haben mag, so stellten sie doch das Roheisen niemals absichtlich dar und kannten seine Verwendung weder zum Zwecke des Gießens noch zur Stahl- und Schmiedeeisenbereitung. Die einfache Reduktion, durch welche man direkt Schmiedeeisen erhält, die sogenannte „direkte Eisendarstellung“, ist der natürlichste und leichteste Prozess der Eisenbereitung. Kein Wunder, dass die Alten zuerst darauf verfielen! Ja, es dauerte Jahrtausende, bis man allmählich durch Erfahrungen und Beobachtungen die Wichtigkeit des Roheisens erkannte;

dass man es nicht nur zu vergießen lernte, sondern auch fand, dass sich der Stahl und das Schmiedeeisen sicherer, besser und mit größerem, ökonomischem Vorteil aus dem Roheisen als unmittelbar aus dem Erz darstellen ließen.

Nach der Art, wie der Prozess in alter Zeit geführt wurde, war es vom Zufall abhängig, ob ein härteres oder ein weicheres Eisen, ob Stahl oder Schmiedeeisen dargestellt wurde. Die Sprache machte anfangs auch keinen Unterschied zwischen diesen beiden Zuständen. An manchen Orten, wo die Erze die Bildung eines harten Eisens besonders begünstigten, wurde von Anfang an meist Stahl erhalten, wie dies im Land der Chalyber und in Norikum der Fall war. Die überlegenen Eigenschaften dieser Eisensorten führten dann auch zu seiner besonderen Benennung, die meist dem Namen des Landes, von dem es kam, entnommen war, und so wurden Ortsnamen im Laufe der Zeit zuweilen zum Begriffsworte, wie das griechische Χάλυψ für Stahl. Die Güte des Produktes war abhängig von dem Erz, daher lokal bedingt.

Erst durch die große Reform in dem Eisenhüttenwesen, durch die Erfindung der Roheisendarstellung und die Einführung des indirekten Verfahrens lernte man nach und nach aus demselben Erz nach Belieben die eine oder die andere Eisensorte darzustellen. Die Inder allein verstanden schon früh aus dem Schmiedeeisen durch einen zweiten Prozess durch ein eigentümliches Verfahren den vorzüglichen indischen Stahl zu bereiten.

Die Mangelhaftigkeit der Schmelz- und Gebläsevorrichtungen suchten die Alten auszugleichen durch die Sorgfalt, mit der sie ihre Erze auswählten und zur Schmelzung vorbereiteten. Sie rösteten alle Erze, zerklopften das geröstete Erz zu Haselnussgröße, siebten das Feine ab und gaben es meist innig mit Holzkohlenstückchen gemengt auf. Dadurch unterstützten sie die Wirkung der Hitze und der reduzierenden Gase, so dass sie bei kürzerer Chargendauer ein vollständiges

Ausschmelzen bewirkten. Es war diese Vorbereitung umso notwendiger, je flacher der Herd und je schwerschmelziger das Erz war.

Ehe wir nun aber auf die Gewinnung und Verarbeitung des Eisens bei den einzelnen Völkern des Altertums näher eingehen, wollen wir noch zwei allgemeine Punkte in diesem einleitenden Teil der Betrachtung unterziehen:

Die Frage der ersten Entdeckung des Eisens und die der Stellung des Eisens zur Bronze im Altertume.

Die Zeit der Entdeckung des Eisens feststellen zu wollen ist ein ebenso vergebliches Bemühen, als über den Weg, die Art und Weise dieser Entdeckung Theorien aufzustellen. Wir finden das Eisen bereits in mannigfachem Gebrauche beim Eintritt der ältesten Kulturvölker in die Geschichte. Hypothesen, die über die Grenzen der ältesten Überlieferungen hinausgehen, stehen auf sehr zweifelhaftem Boden. Dennoch gehört es zu unserer Aufgabe, auch zu diesen mehr oder weniger anerkannten Ansichten Stellung zu nehmen. Eine solche, die sich auf die uranfängliche Entdeckung des Eisens bezieht, ist enthalten in der verbreiteten Behauptung, dass das Eisen, welches die Menschen zuerst benutzt hätten, Meteoreisen gewesen sei. Die Hypothese hat etwas Bestechendes. Meteoreisenblöcke haben sich in allen Gegenden der Erde gefunden. Einzelne, kleinere Massen sind an vielen Orten bekannt, angehäuft fanden sie sich am Maguragebirge in Ungarn, bei Kobija in Südamerika, bei Toluka in Mexiko, am großen Fischfluss in Südafrika, auf Disko, Ost-Grönland und anderen Orten. Von größeren Massen sind am berühmtesten der 95,5 kg schwere Block von Elnbogen, die ursprünglich 800 kg schwere Masse von Krasnojarsk, die 1500 kg schwere Masse vom Red-River in Louisiana, die über 8500 kg schwere, am Flusse Bemdêgo in Brasilien und die auf 15000 kg geschätzte Masse von Otumba in Peru u. s. w. Auch ist die Kenntnis, dass Steine und Eisen zeitweise vom Himmel fallen, sehr alt. Die

wissenschaftliche Tatsache, dass meteorisches Eisen existiert, d. h. dass metallische Eisenmassen zeitweise aus dem unbekanntem Weltraum durch die Atmosphäre auf die Erde gelangen, ist indes, trotz mancherlei älteren Überlieferungen, erst seit Anfang dieses Jahrhunderts anerkannt. Im vorigen Jahrhundert behandelte man noch die älteren Berichte als Märchen, was allein schon beweist, wie spärlich die Zahl der Meteorfälle ist und wie selten solche beobachtet werden. Die Anerkennung der Meteoriten in der Wissenschaft ist für die Geschichte unserer Erkenntnis von nicht geringem Interesse. Obgleich die Erscheinung, dass zuweilen mineralische Massen aus der Luft auf die Erde fielen, bereits im Altertum bekannt war, so wurde sie doch von den skeptischen Gelehrten des vorigen Jahrhunderts gänzlich in Abrede gestellt. Bereits die parische Marmorchronik berichtet von einem Meteorsteinfall, der im 13. Jahrhundert vor Christus sich ereignete. Im Jahre 465 vor Christi wurde in Thrakien am Flusse Ägos ein solcher Steinfall beobachtet, über den Plutarch und Plinius berichten. Solche Steine wurden zuweilen als Heiligtümer verehrt, besonders im westlichen Asien, wo sie als Opfersteine bei den Blutopfern dienten. Ein solches Heiligtum ist auch der angeblich als Rubin vom Himmel gefallene, aber durch die Sünden der Menschen schwarz gewordene, jetzt in Silber gefasste Stein Hadschar-el-Aswad in der Kaaba zu Mekka. Es ist dies der älteste aufbewahrte Meteorit, da sich das angebliche Meteoreisen von Pompeji durch die Untersuchung von Gustav Rose als künstliches Eisen erwiesen hat. Der erste von Zeugen beobachtete und aktenmäßig beschriebene Meteorsteinfall war der von Ensisheim am 7. November 1492, wobei ein 260 Pfund schwerer Stein „mit großem Donnerklaps von den Lüften herabfiel“. Auf Befehl Maximilians wurde dieser merkwürdige Stein in der Kirche aufbewahrt. Die früheste bestimmte Nachricht über meteorisches Eisen gibt uns Plinius, der in seiner hist. nat.