SAMMLUNG GÖSCHEN BAND 264

Geschichte der Chemie

in kurzgefaßter Darstellung

Von

Dr. Georg Lockemann
Univers.-Professor, Geh. Reg.-Rat

Erster Band
Vom Altertum bis zur Entdeckung des Sauerstoffs

Mit 8 Bildnissen

Walter de Gruyter & Co.
vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung · J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung
Georg Reimer · Karl J. Trübner · Veit & Comp.
Berlin 1950

Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht,
von der Verlagshandlung vorbehalten

Archiv-Nr. 11 02 64
Druck von Erich Spandel, Nürnberg
Printed in Germany

Inhaltsübersicht

Bücher über Geschichte der Chemie S. 4

Einleitung S. 5—9

Der Name Chemie S. 6—7

Übersicht über die Zeiteinteilung S. 7—9

I. Zeitalter der Vorgeschichte S. 9—26
1. Geschichtliche Quellen S. 10—11
2. Chemische Kenntnisse im Altertum S. 11—19
3. Theoretische Anschauungen der griechischen Philosophen S. 19—26

II. Zeitalter der Alchemie S. 26—54
1. Allgemeines S. 26—30
2. Hellenistische Alchemie in Ägypten S. 30—33
3. Die Alchemie bei den Arabern S. 33—39
4. Die Alchemie im christlichen Abendlande. Zeit der Scholastik S. 39—49
5. Verfall der Alchemie und ihre Nachläufer S. 49—54

III. Zeitalter der Iatrochemie S. 54—79
1. Paracelsus und seine Nachfolger S. 55—67
2. Angewandte und technische Chemie im iatrochemischen Zeitalter S. 67—77
3. Übergang zur selbständigen Chemie S. 77—79

IV. Selbständige Chemie bis zur Sauerstoffentdeckung S. 79—135
1. Begründung der selbständigen Chemie durch Jungius und Boyle S. 79—85
2. Andere bedeutende Chemiker des 17. Jahrhunderts S. 85—89
3. Zeitalter der Phlogistonchemie S. 89—129
4. Rückblick auf die Zeit der Phlogistontheorie S. 129—131
5. Kurzer Überblick über die Vorgeschichte und Geschichte der Sauerstoffentdeckung S. 131—135

Personennamen-Verzeichnis S. 136—138

Schlagwort-Verzeichnis S. 138—142.

Bücher über Geschichte der Chemie

1. *Hermann Kopp:* Geschichte der Chemie in 4 Bänden. (Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn 1843—47).
2. *Hermann Kopp:* Beiträge zur Geschichte der Chemie. 3 Bände. (Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn 1869—75).
3. *Hermann Kopp:* Die Alchemie in älterer und neuerer Zeit, ein Beitrag zur Culturgeschichte. 2 Bände. (Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung 1886).
4. *Ernst von Meyer:* Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. (Leipzig, Veit & Comp., I. Aufl. 1888, IV. Aufl. 1914).
5. *Walter Herz:* Grundzüge der Geschichte der Chemie. (Stuttgart, Ferdinand Enke 1916.)
6. *Eduard Färber:* Die geschichtliche Entwicklung der Chemie. (Berlin, Springer-Verlag 1921).
7. *Richard Meyer:* Vorlesungen über die Geschichte der Chemie. (Leipzig, Akademische Verlags-Gesellschaft 1922).
8. *Günther Bugge:* Das Buch der großen Chemiker.

   Band I. Von Zosimos bis Schönbein. Mit 62 Abbildungen. (Berlin, Verlag Chemie G.m.b.H. 1929).

   Band II. Von Liebig bis Arrhenius. Mit 1 Bibliographie und 78 Abbildungen. (Berlin, Verlag Chemie G.m.b.H. 1930).
9. *W. Ganzenmüller:* Die Alchemie im Mittelalter. (Paderborn, Verlag der Bonifacius-Druckerei 1937).
10. *Paul Walden:* Drei Jahrtausende Chemie. (Berlin, Wilhelm Limpert-Verlag 1944).
11. *Paul Walden:* Geschichte der Chemie. (In der Sammlung: Geschichte der Wissenschaften, herausgegeben von Erich Rothacker. (Bonn, Universitäts-Verlag 1947).

Einleitung

Die Chemie ist eine der jüngsten Naturwissenschaften. Mathematik, Physik, Astronomie blicken auf eine mehrtausendjährige Geschichte zurück, wovon die bekannten Namen Thales, Pythagoras, Eukleides, Archimedes, Aristarchos, Ptolemaios u. a. noch heute lebendige Kunde geben. Die auf die Chemie hinführenden Bestrebungen sind lange in die Irre gegangen. Während andere Wissenschaften, wie z. B. die Arzneikunde oder die Rechtswissenschaft, von Anfang an ihr Ziel klar vor Augen hatten, mögen auch im Laufe der Jahrhunderte die Wege, die dahin führen sollten, noch so sehr gewechselt haben, wurden die Betätigungen, die sich allmählich zur Chemie entwickelten, jahrhundertelang plan- und ziellos betrieben, oder sie sollten anderen Zwecken dienen. Erst sehr spät setzte sich die Erkenntnis durch, daß es die eigentliche Aufgabe der Chemie sei, die Eigenschaften der verschiedenen Stoffe und deren wechselseitige Umwandlungen zu erforschen. Hierzu kam es im 17. Jahrhundert. Erst zu dieser Zeit entstand die eigentliche Chemie als selbständige Wissenschaft, die dann auch in ihrer weiteren Entwicklung ihre eigene Geschichte beanspruchen darf und muß.

Wollte man jedoch mit der geschichtlichen Betrachtung nur bis auf die Zeit vor dreihundert Jahren zurückgehen, so würde man für die damals herrschenden Anschauungen und den Stand der Naturforschung keinerlei Verständnis haben und auch dem weiteren Entwicklungsgange schwer folgen können. Mehr als in anderen Wissenschaften spiegelt sich in der Vorgeschichte und der Geschichte der Chemie das Bild der allgemeinen Kulturgeschichte. Das scheinbar Verworrene und Krause, das sich in der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Geistes offenbart, tritt auch auf diesem Gebiete immer wieder hervor und verlangt zu seinem Verständnis ein Eingehen auf die Art und Weise, wie es zu diesen für die heutigen Anschauungen teils höchst sonderbar oder fast unbegreiflich erscheinenden Ansichten kommen konnte. Man muß verfolgen können, wie der Gang der Erkenntnis nach mancherlei Kreuz- und Querzügen schließlich in die große Hauptrichtung einer wirklichen Wissenschaft einschwenkt.

Man könnte vielleicht bezweifeln, ob es für einen Chemiker oder einen exakten Naturforscher überhaupt angebracht und ratsam ist, sich mit geschichtlichen Betrachtungen zu beschäftigen. Er hat es ja mit den naturgegebenen Tatsachen zu tun, die an und für sich gänzlich ungeschichtlich sind. Die Eigenschaften der Stoffe waren vor Jahrtausenden dieselben wie heute. Aber die Wissenschaft verkörpert immer nur den jeweiligen Stand der tatsächlichen Erkenntnis dieser naturgegebenen Tatsachen. Und so wandelt sich ihr Zustand mit der fortschreitenden Erkenntnis immer mehr. Im Laufe der Zeit nimmt nicht nur die Zahl der Einzelerkenntnisse zu, es kommt auch bisweilen zu grundstürzenden Änderungen der allgemeinen wissenschaftlichen Anschauungen und grundlegenden Voraussetzungen. Der Naturforscher muß sich darüber klar werden, daß der Zustand, in dem sich seine Wissenschaft zur Zeit befindet, kein dauernder ist, daß sich alles in Fluß befindet, daß das Heute nur eine Brücke von gestern zu morgen bedeutet. Nur wenn er sich dies vergegenwärtigt, kann er ein richtiges Verständnis für die Gegenwart gewinnen. Nur das an der Betrachtung der geschichtlichen Wandlungen geschärfte Auge wird fähig sein, die heutigen Vorstellungen und Anschauungen kritisch zu betrachten und ihrem wirklichen Werte nach einzuschätzen. Hier gilt das Goethe-Wort: Die Geschichte einer Wissenschaft ist die Wissenschaft selbst. Somit stellt für den exakten Naturforscher die geschichtliche Betrachtung seiner Wissenschaft keine Liebhaberei dar, sie ist vielmehr zu einem richtigen Verständnis durchaus notwendig.

Der Name Chemie

Der Name Chemie selbst fordert schon Erklärung. Woher stammt er? Zum ersten Male findet er sich bei dem alexandrinischen Gelehrten Zosimos aus Panopolis (Chemmis) in Ägypten im dritten christlichen Jahrhundert.

Da „Chemi" der alte Name für das Land Ägypten ist, so wurde die griechische Bezeichnung „chemeia" (zu ergänzen „techne") als ägyptische Kunst gedeutet, die von den Priestern in den ägyptischen Tempeln ausgeübt, auch als „hagia techne", als „heilige Kunst", bezeichnet wird. Aber es gibt noch zwei andere Deutungsmöglichkeiten.

Der Chemie-Historiker Edmund O. von Lippmann leitet den Namen ab von dem ägyptischen Worte „chame" oder

„kame", was soviel wie „schwarz" bedeutet und vor allem die schwarze Erde des Nillandes bezeichnen soll. Wenn hiervon das Wort „Chemie" abzuleiten wäre, würde es soviel bedeuten wie „schwarze Kunst", als welche sie sich ja das ganze Mittelalter hindurch erwiesen hat.

Am wahrscheinlichsten ist aber folgende Ableitung zu betrachten, die besonders der Altphilologe Hermann Diels geltend gemacht hat und die besonders von Julius Ruska vertreten wird. Neben „chemeia" wurde früher auch vielfach der Name „chymeia" angewendet, der sich von dem griechischen Worte „chyma" = „Guss" ableitet. Das Wort „Chymie" würde also als Metallgußtechnik zu deuten sein. Durch Hinzufügung des arabischen Präfixes „al" entstand dann das Wort „Alchymie", mit dem die das ganze Mittelalter hindurch bis in die neueste Zeit betriebenen Versuche zur künstlichen Metallverwandlung bezeichnet werden, die in den früheren Zeiten bisweilen auch geradezu „Chrysopoiia" = „Goldmacherei" genannt werden. An Stelle des „y" hat sich dann immer mehr das „e" eingebürgert, und so spricht man heute meist von „Alchemie" und „Chemie", während die Italiener und die Franzosen in den Worten „chimica" und „chimie" den Y-Laut zum I-Laut abgewandelt haben.

Übersicht über die Zeiteinteilung

Unsere heutige Kultur ist aus den Kulturen der alten Völker im Gebiete des Mittelländischen Meeres hervorgegangen. Die Ägypter, Babylonier, Perser, Griechen und Römer haben die Grundlagen geschaffen, auf denen sich die europäische Wissenschaft aufbaut. Wenn wir nun in unseren geschichtlichen Betrachtungen mit der Zeit beginnen, in der diese alten Völker auf der Höhe ihrer Kultur waren, so lassen sich in der Entwicklung bis zur Gegenwart einzelne Zeitabschnitte erkennen, die ihr besonderes Gepräge tragen. Gewisse Grundgedanken treten hervor, die sich mit der allgemeinen Kulturlage wandeln und so den Beginn eines neuen Zeitabschnittes herbeiführen. Der Übergang erfolgt allmählich; es gibt einzelne Vor- und Nachläufer für jede Periode. Wenn auch ohne scharfe Grenzen, heben sich doch

die einzelnen Abschnitte deutlich voneinander ab. So lassen sich in großen Zügen folgende Zeitalter unterscheiden:

I. Zeitalter der Vorgeschichte.

Im Altertum bis zum 4. Jahrhundert nach Christus.

Kenntnisse und Anschauungen der alten Kulturvölker im Gebiet des Mittelländischen Meeres, besonders der Griechen und Römer.

II. Zeitalter der Alchemie.

Im Mittelalter vom 4. bis Anfang des 16. Jahrhunderts.

Ursprung in Ägypten im hellenistischen Kulturkreis. Mitte des 7. Jahrhunderts von den erobernden Arabern übernommen; nach Spanien und Italien übertragen. Anfang des 13. Jahrhunderts weitere Ausbreitung der Alchemie ins christliche Abendland. Aufgabe und Arbeitsziel: Metallverwandlung (Goldmacherei) und Auffindung des Allheilmittels und zauberhaften Ferments, des „großen Elixiers", des „Magisteriums", des „Steins der Weisen". Verworrenes Schrifttum mit größter Geheimniskrämerei. Allmähliches Abgleiten in Lug und Trug. Späte Nachläufer bis ins 19. Jahrhundert.

III. Zeitalter der Iatrochemie.

Vom Anfang des 16. bis Mitte des 17. Jahrhunderts.

Von Paracelsus wird die Chemie in den Dienst der Medizin gestellt mit der Aufgabe, die Lebensvorgänge chemisch zu deuten und statt des von den Alchemisten gesuchten einen Allheilmittels die verschiedensten chemischen Verbindungen, besonders Metallsalze, als Heilmittel („Arcana") gegen die Krankheiten zu verwenden. Die Nachfolger von Paracelsus teils große Marktschreier, teils ernsthafte Forscher. Gleichzeitige Entwicklung der chemischen Technik von Agricola an.

IV. Zeitalter der selbständigen Chemie.

Seit Mitte des 17. Jahrhunderts.

Von dem Deutschen Jungius und dem Engländer Boyle heraufgeführt. Als eigentliche Aufgabe der Chemie die Erforschung der Eigenschaften und der wechselseitigen Umwandlungen der verschiedenen Stoffe erkannt. Jetzt erst eine selbständige chemische Wissenschaft. Die von Becher und Stahl begründete Phlogistontheorie beherrscht alsbald die ganze

Chemie; Klärung des Elementbegriffs, aber völlig unklare Vorstellungen über Masse und Gewicht. *Qualitative* Periode.

Auf Grund der Sauerstoffentdeckung von Scheele (1771) und Priestley (1774) wird von Lavoisier die neue *Oxydationstheorie* entwickelt (1777—1789). Dieser klärt auch die Begriffe von Masse und Gewicht des chemischen Stoffes und begründet als Physiker das *Zeitalter der quantitativen Chemie.* Begründung der Stöchiometrie durch J. B. Richter (1792), der neuen Atomtheorie durch Dalton (1803) und Auffindung der verschiedenen Grundgesetze. Weitere Entwicklung der Chemie besonders unter der Führung von Berzelius. Mit Wöhlers künstlicher Darstellung des Harnstoffs (1828) Beginn der *organisch-synthetischen Chemie.* Liebigs große Bedeutung für Forschung und Unterricht. Ausbildung der einzelnen Forschungsgebiete mit wechselseitiger Förderung. Klärung der theoretischen Vorstellungen und Begriffe. Entwicklung der *physikalischen Chemie,* in Deutschland besonders durch Bunsen. Immer schnellere Entwicklung der verschiedenen Forschungszweige mit teilweise grundstürzenden Ergebnissen (Radioaktivität usw.) bis zur Gegenwart hin.

I. ZEITALTER DER VORGESCHICHTE

(Im Altertum bis zum 4. Jahrhundert nach Christus.)

Im ganzen Altertum war die Chemie im heutigen Sinne unbekannt. Vereinzelte Kenntnisse in chemischer Hinsicht brachten die tägliche Erfahrung und das Erwerbsleben mit sich; es fehlte jedoch jegliche planmäßige weitere Erforschung. Die von den alten Kulturvölkern der Ägypter, Babylonier und Assyrer, Juden und Phönizier, Meder und Perser gesammelten Erfahrungen naturwissenschaftlicher Art wurden zum Teil von den Griechen und den Römern übernommen, ohne noch wesentlich vermehrt zu werden. Für die gebildeten Griechen galt im allgemeinen das Wort von Aristoteles: Gewerbliches Schaffen führt zu niederer Sinnesart. Um so glänzender waren die Ergebnisse ihres rein geistigen Schaffens. Was die griechischen Philosophen erdacht und ergründet haben, bildet noch heute die Grundlage unserer Kultur und Wissenschaft.

1. Geschichtliche Quellen

Durch Ausgrabungen wurde mancherlei zutage gefördert, was auf den Stand der Kenntnisse und der technischen Fertigkeiten bei den alten Völkern schließen läßt. Das gilt besonders für Ägypten, wo auch die Aufdeckung der Königsgräber höchst überraschende Funde gebracht hat. Eine andere Erkenntnisquelle bilden einzelne erhaltene Schriften, deren wichtigste folgende sind: *„Papyrus Ebers"*, von dem Ägyptologen Georg Ebers im Jahre 1872 bei Theben in Ägypten aufgefunden und der Universitäts-Bibliothek in Leipzig zur Aufbewahrung übergeben. Der vorzüglich erhaltene Papyrus stammt aus der Zeit um 1600 vor Christus und ist hauptsächlich pharmazeutisch-medizinischen Inhalts. Ebenso der im Jahre 1826 bei Memphis gefundene und jetzt in Berlin aufbewahrte *„Papyrus Brugsch major"*, der aus der Zeit von Rhamses II (zweite Hälfte des 14. vorchristlichen Jahrhunderts) stammt. Über die naturwissenschaftlichen Kenntnisse der Juden gibt das *Alte Testament* der Bibel vielfach Auskunft.

Aus dem griechisch-römischen Kulturkreise kommen folgende Schriften in Betracht: Homers *„Ilias"* und *„Odyssee"* (10. vorchristl. Jahrh.), Platons *„Timaios"* (5. vorchristl. Jahrh.) und von Aristoteles die Schriften *„Über den Himmel"* und *„Über Entstehen und Vergehen"* (4. vorchristl. Jahrh.) Der bedeutendste Schüler dieser beiden Philosophen Theophrastos hat ein besonderes Buch *„Über die Gesteine"* geschrieben; ein naturwissenschaftliches Lehrbuch, in dem z. B. Steinkohle, Zinnober, Schwefelarsen zum ersten Male erwähnt werden. Von den römischen Gelehrten hat Gajus Plinius Secundus, der Ältere, der beim Vesuv-Ausbruch im Jahr 79 nach Chr. zu Tode kam, die naturwissenschaftlichen Kenntnisse seiner Zeit in den 37 Büchern seiner *„Historia naturalis"* zusammengestellt. Der zur gleichen Zeit als römischer Militärarzt in Kleinasien lebende Grieche Dioskorides (neuerdings auch Dioskurides geschrieben!) berichtet in seinem großen Sammelwerk *„Materia medica"* sehr eingehend über die medizinischen und chemischen Kenntnisse seiner Zeit. Ferner finden sich in den Schriften des berühmten Arztes Claudius Galenos aus Pergamon (zweite Hälfte des 2. christlichen Jahrhunderts), von denen allerdings einige nicht echt sind, zahlreiche naturwissenschaftliche Angaben.

Aus dem dritten christlichen Jahrhundert stammen die beiden im Jahre 1828 in den Gräberfeldern bei Theben aufgefundenen

Schriften, die nach ihren jetzigen Aufbewahrungsorten Leyden und Stockholm als *„Papyrus Leydensis"* und *„Papyrus Holmiensis"* genannt werden. Diese geben Auskunft über die in den ägyptischen Tempelwerkstätten ausgeübten und teilweise geheim gehaltenen Verfahren der Bearbeitung von Metallen, der Herstellung künstlicher Edelsteine, Perlen und anderer Schmuckstücke, sie enthalten auch Vorschriften für das Färben von Wollgeweben mit verschiedenen Farbstoffen. Zur gleichen Zeit etwa hat der bereits genannte Zosimos aus Panopolis seine naturwissenschaftlichen Schriften verfaßt.

2. Chemische Kenntnisse im Altertum

Bildung und Kultur sind bei den verschiedenen Völkern von Anfang an mit der Pflege der Religion verknüpft. Die Priester sind gleichzeitig die Lehrer und Erzieher des Volkes, sie fördern und bilden die geistigen Kräfte und sind die eigentlichen Kulturträger. So wurde auch in den ägyptischen Tempeln neben der Religion die Wissenschaft gepflegt, und nicht nur die Gebildeten des eigenen Volkes, sondern auch einzelne Wissensdurstige fremder Völker suchten dort Belehrung. Auch griechische Staatsmänner und Philosophen, wie Solon, Pythagoras, Demokritos und selbst Platon haben dort ihr Wissen zu bereichern gesucht.

Das praktische Erwerbsleben brachte schon frühzeitig einige naturwissenschaftliche Erkenntnisse mit sich. Dabei kommen hauptsächlich folgende Gebiete in Betracht: Metallbearbeitung, Töpferei, Glasmacherei, Färberei und Bierbrauerei neben der Herstellung von Arzneimitteln und Gewinnung von Pflanzengiften. Die Arzneikunde lag natürlich zu Anfang auch in den Händen der Priester.

Die Gewinnung der Metalle aus den in der Natur vorkommenden Erzen und deren weitere Bearbeitung bildet die erste Stufe zur höheren Kultur. Das Wort „to metallon" kommt schon bei Herodotos (5. vorchristl. Jahrh.) vor, und zwar in der Bedeutung „das Bergwerk". Nach Plinius (1. christl. Jahrh.) soll der Name von den griechischen Worten „met' aila" = „hinter einander" abzuleiten sein wegen des geschichteten Vorkommens in den Erzgängen. Wahrscheinlich ist aber der Name

semitischen Ursprungs, da „matal" im Hebräischen „schmieden" heißt; auch eine Ableitung aus dem Arabischen käme in Betracht. Am frühesten bekannt waren natürlich die in der Natur gediegen vorkommenden Metalle, und das sind außer Kupfer die Edelmetalle Gold und Silber.

Im Alten Testament und in anderen alten Schriften ist von einem sagenhaften *Goldlande „Ophir"* die Rede; ebenso wird das südlich von Ägypten gelegene *Nubien* seines Goldreichtums wegen gerühmt. Die Aufdeckung der ägyptischen Königsgräber, besonders des in jüngster Zeit gefundenen des Tutanch Ammon, hat gezeigt, in welch verschwenderischem Maße das Gold auch für die Zwecke des Totenkults verwendet wurde. Von Herodot wird über märchenhafte Goldschätze der Lydierkönige Gyges und Krösus (7. u. 8. vorchristl. Jahrh.) berichtet. Man kannte auch *Gold-Silber-Legierungen*, die teils in der Natur vorkommen, teils künstlich zusammengeschmolzen wurden.

Derartige Legierungen, z. B. drei oder vier Teile Gold mit einem Teil Silber, werden im Griechischen mit dem Worte *„ho elektros"* bezeichnet, zum Unterschied von dem Bernstein, der *„to elektron"* heißt. Die legierten Metalle konnte man aber nicht wieder von einander trennen, da noch kein „Scheidewasser" bekannt war.

Als der berühmte Gelehrte Archimedes (im 3. vorchristl. Jahrh.) vom König Hiero II. von Syrakus beauftragt wurde, den Goldgehalt seiner Krone zu bestimmen, löste er diese schwierige Aufgabe durch Bestimmung des spezifischen Gewichts, was ihm den triumphierenden Ausruf entlockte: *„Heureka"* = „Ich hab's gefunden".

Das gediegen vorkommende *Kupfer* war als erstes Werkmetall schon im 4. vorchristlichen Jahrtausend in Ägypten, Vorderasien, Babylon bekannt. Die Hauptfundstätten waren die Halbinsel *Sinai*, die Insel *Cypern* und *Spanien*. An den Werksteinen der ältesten Pyramiden sind noch Kupferspuren von den zur Bearbeitung benutzten Werkzeugen, wie Steinsägen und dergleichen, nachweisbar. Der griechische Name *„chalkos"* bedeutet sowohl Kupfer wie auch dessen Legierungen, hauptsächlich *Bronze*. Von der

weithin bekannten Fundstätte Cypern wurde die Bezeichnung „*aes cyprium*“ abgeleitet, woraus dann der Name „*cuprum*“ = Kupfer entstanden ist. Von Plinius werden auch schon Kupfersalze, z. B. der „blaue Vitriol“ erwähnt.

Nächst dem Kupfer spielt das *Zinn* frühzeitig eine wichtige Rolle. Es wurde auch in *Spanien* und später besonders in *Britannien* (Cornwall) als Zinnstein gefunden, an verschiedenen Orten auch als Kupfer-Zinn-Mischerz. Die *Kupfer-Zinn-Legierung* war in Ägypten schon um das Jahr 3000 v. Chr. bekannt und führte im Abendlande um die Mitte des 3. Jahrtausends das auf die Steinzeit folgende Bronzezeitalter herbei. Wegen der größeren Härte wurde die *Bronze* besonders zur Herstellung von Schneidewerkzeugen und Waffen benutzt. So waren auch die homerischen Helden im Trojanischen Kriege (12. vorchristl. Jahrh.) mit Bronzewaffen ausgerüstet. Von *Brindisi* in Unteritalien, wo die Bronzeindustrie besonders blühte, z. B. auch vorzügliche Metallspiegel angefertigt wurden, ist der Name „*aes Brindisinum*“ oder „*aes Brundusinum*“ abgeleitet, woraus dann das Wort „*Bronze*“ entstanden ist.

Zink ist als freies Metall erst sehr spät bekannt geworden (im 16. christl. Jahrh.); aber durch Zusatz des Kieselzinkerzes „*Galmei*“ zu schmelzendem Kupfer wurde eine hellgelbe Legierung schon frühzeitig gewonnen, die unter dem Namen „*Messing*“ für die verschiedensten Zwecke verwendet wurde. Nach Aristoteles soll diese Legierung besonders bei dem sagenhaften Volke der „Moessinöken“ in Gebrauch gewesen sein und daher den Namen „Mössing“ oder „Messing“ erhalten haben.

Blei, das in der Natur meistens mit Silber zusammen vorkommt, lernte man in der Feuerhitze auf dem Treibherde frühzeitig von diesem trennen. Es war den Griechen und Römern in verschiedenen Formen, als Beiglätte (lithargyrum), Bleiweiß (cerussa), Mennige (minium) und als freies Metall (plumbum nigrum, zum Unterschied vom Zinn = plumbum candidum) bekannt. Herodot berichtet schon, daß die Griechen ihre Schiffe mit Mennige anzustreichen pflegten. Die Römer verwendeten das metallische Blei zur

Herstellung verschiedener Gefäße und besonders auch schon von Wasserleitungsröhren. Ihnen war bereits die giftige Wirkung bekannt.

Quecksilber wird zuerst bei Theophrastos (um 300 vor Chr.) erwähnt. Aus dem natürlichen *Zinnober* wurde es durch Behandeln mit Kupfer oder Eisen unter Zusatz von Essig gewonnen und als *„hydrargyros“* („hydor“ = Wasser, „argyros“ = Silber), flüssiges Silber, bezeichnet. Plinius unterscheidet das künstlich gewonnene Quecksilber von dem natürlichen, besonders in Spanien vorkommenden metallischen Quecksilber und beschreibt auch seine Reinigung vermittels Durchpressen durch Leder, Dioskorides die durch Destillation. Auch zu Amalgamierungszwecken, zum Beispiel des Goldes, wurde das Quecksilber benutzt.

Eisen ist in der Natur in verschiedenen Verbindungsformen zwar weit verbreitet, bedarf aber zur Überführung in den metallischen Zustand besonderer Verfahren, die erst im Laufe der Jahrhunderte oder Jahrtausende mühsam gefunden werden mußten. In Ägypten sind allerdings Eisenschmelzöfen aufgefunden worden, die bereits aus der Zeit um 3000 vor Chr. stammen. Aber bei den europäischen Völkern wurde die Gewinnung von metallischem Eisen erst viel später bekannt. Etwa um die Mitte des letzten vorchristlichen Jahrtausends folgt auf die Bronzezeit das Eisenzeitalter. Die Härtung zu *Stahl* kannten schon die alten Ägypter, und auch bei den anderen Völkern wurde diese Technik allmählich ausgebildet. Die Römer bezogen ihre stählernen Waffen hauptsächlich aus Kärnten und Steiermark. Plinius berichtet von dem Magnetischwerden von Stahl durch Einwirkung von *Magneteisenstein*, der seinen Namen von dem Vorkommen in der Nähe der kleinasiatischen Stadt *Magnesia* erhalten hat.

Die hier aufgeführten *sieben Metalle:* Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Blei, Quecksilber und Eisen sind die einzigen, die im ganzen Altertum und auch während des Mittelalters bekannt waren.

Das ist ungefähr ein Zehntel von den tatsächlich vorhandenen Metallen. Die sieben Metalle wurden als die irdischen Symbole der sieben Himmelskörper: Sonne, Mond und fünf Planeten, betrachtet. Der Umstand, daß die Sieben zu den *heiligen Zahlen* gehört, hat noch nach Beginn der Neuzeit die Zuordnung neu entdeckter Elemente zu den Metallen erschwert.

Die *Töpferei* ist das älteste, als erstes Zeichen einer beginnenden höheren Kultur betriebene Gewerbe, weshalb auch die Form und Verzierungsart von ausgegrabenen Tongefäßen zur Kennzeichnung der verschiedenen Kulturstufen und Volksstämme benutzt wird. In Italien blühte das Töpfergewerbe besonders in Arretium, dem heutigen Arezzo in Toskana. In der Glasur der dort aus roter „Siegelerde", *„terra sigillata"*, angefertigten Tongefäße konnte ein Gehalt an *Borsäure* nachgewiesen werden. Bei den Chinesen, deren Kultur bis ins 3. vorchristliche Jahrtausend zurückgeht, verfeinerte sich die Töpferei frühzeitig zum *Porzellanmachen*. Dort sowohl wie in Ägypten findet sich auch früh die Kenntnis der *Glasbereitung*, die wohl auf die Beobachtungen zurückzuführen ist, die beim Ausschmelzen von goldhaltigem Quarzsand mit Kalk, Soda oder Pottasche gewonnen wurden. Während die ältesten ägyptischen Gläser undurchsichtig-trübe und mehr oder weniger dunkel gefärbt sind, wurden bei den Ausgrabungen von Tell el -Amarna auch völlig durchsichtige, farblose Gläser gefunden, die aus dem Ende des 15. vorchristlichen Jahrhunderts stammen. Andererseits gibt es auch zahlreiche Funde von *künstlich gefärbten Gläsern* und *Emaillen, z. B.* kupfer- oder kobalthaltige blaue Gläser, wie den blauen *Lasurstein* von Nippur, der aus der Zeit von 1500 vor Chr. stammt. *Geblasene Gläser* jedoch sind erst aus der Zeit des Kaisers Augustus nachzuweisen, wo die Kenntnis der Glasbereitung durch alexandrinische Werkleute nach Rom gekommen war und von da in die römischen Provinzen (Spanien, Gallien, Rheinland) weiter verbreitet wurde. So konnte sich im 1. christlichen Jahrhundert schon eine eigene Glasindustrie in den Städten Trier, Worms und Köln entwickeln.