



Abb. 1. Teil eines bronzenen Türbandes vom Palaste Salmanassars II., jetzt im South Kensington Museum.
(Aus: Perrot & Chipiez, Histoire de l'art dans l'antiquité.)

1. Die Metalle. Kupfer, Zinn, Bronze, Eisen. Ihre Gewinnung und Fundstätten im Altertum.

Die Metalle müssen, soweit sie nicht gediegen vorkommen (wie vornehmlich Gold und Kupfer), aus Erzen gewonnen werden. Auf die technischen Einzelheiten der Gewinnung und ersten Verarbeitung kann hier nicht näher eingegangen werden. Es sei nur kurz an das für das Verständnis der geschichtlichen Entwicklung Wesentlichste erinnert:

Kupfer läßt sich selbst ohne Hilfe von Feuer aushämmern; es ist je reiner, desto weicher und dehnbarer und wird durch Hämmern härter, gibt aber blasigen Guß. Durch Zusatz von Zinn gewinnt das Kupfer erheblich an Härte (Bronze). Kupfer mit Zusatz von Zink gibt Messing, das je nach dem größeren oder geringeren Zinkgehalt (50 bis 20 v. H.) als Weiß- oder Rotguß bezeichnet wird. Messing mit bis zu 40 v. H. Zinkgehalt läßt sich hämmern und wie Kupfer und Bronze zum dünnsten Blech auswalzen.

Die Hauptbezugsquellen der alten Kulturvölker für Kupfer waren Persien, weiter östlich das Hindu-kusch- und das Altaigebirge, Cypem (daher *aes Cypricum*, *cuprum*), Elba und Spanien. Ägypten war reich an Kupfer; die Bergwerke auf der Sinaihalbinsel sind nach den Inschriften schon von der 3. Dynastie angelegt, also älter als die Pyramiden. Daß auch in Mitteleuropa schon in frühesten Zeiten Kupfer gewonnen wurde, beweist u. a. ein am Mitterberg bei Bischofshofen in Salzburg aufgefundenes Kupferbergwerk aus vorgeschichtlicher Zeit. (Dr. R. Much, Das vorgeschichtliche Kupferbergwerk auf dem Mitterberge bei Bischofsheim, Wien 1878.)

Zinn, das nach Blei am leichtesten (schon bei 230°C) schmilzt, findet sich in größeren Mengen bekanntlich nur in wenigen Ländern, im Osten in Persien, im Hindu-kusch und auf Sumatra.

Es fehlte in Ägypten und Kleinasien ganz und wurde für die alten Kulturvölker fast ausschließlich aus dem fernen Westen, Spanien und England, geholt. Dabei ist Spanien (Cadix) aber wohl hauptsächlich, ebenso wie Narbonne und Arles, später Marseille, Handelszwischenstation für englisches Zinn gewesen. Noch vor der Entdeckung des Seewegs nach Britannien durch die Phönizier ist das englische Zinn auf Überlandwegen (Seine—Rhone oder den Rhein hinauf und dann die Rhone, den Po oder die Donau entlang) den Mittelmeervölkern zugeführt worden. Daher erklärt sich die frühe Blüte der Bronzekunst bei den Etruskern. Der phönizische Zinnhandel soll sich sogar bis nach Indien erstreckt haben. — Die für die neuere Zeit sehr bedeutenden, jetzt fast erschöpften Zinngruben des sächsischen Erzgebirges sind schon 1230 (also unmittelbar nach der Wiedergermanisierung des Landes) in Betrieb gewesen. Von einem früheren, etwa durch die Völkerwanderung unterbrochenen Betrieb ist aber nichts bekannt.

Bronze. Das Mischungsverhältnis von Kupfer und Zinn schwankt in den verschiedenen Zeiten und bei den einzelnen Völkern, auch je nach dem Zweck, etwa zwischen 5 bis 20 Teilen Zinn und 95 bis 80 Teilen Kupfer. Durch das Zinn wird die Bronze hart. Sie ist vorwiegend Gußmaterial, aber sie bleibt bei mäßigem Zinnzusatz geschmeidig und hämmerbar (Blech). Ihre Schmiedbarkeit ist in neuester Zeit durch die verbesserten Herstellungsverfahren und besondere Zusammensetzungen (Durana- und Aluminiumbronze usw.), die größere und gleichmäßigere Dichtigkeit der Masse ergeben, wesentlich erhöht worden. **Schweißbar** sind auch diese Bronzen nicht. Die Bronze gestattet eine bequeme Überarbeitung der Oberfläche (Beseitigung von Unebenheiten des Gusses und Belebung der Wirkung) durch Ziselieren und ist sehr polierfähig. Die Färbung kann je nach den Zusätzen abgetönt werden, wie auch die Farbe der Patina von der Zusammensetzung der Bronze abhängt. Zusatz von Zink z. B. verleiht der Bronze einen Goldton.

Bronze mit bis zu 5 v. H. Zinn ist sehr geschmeidig und selbst kalt zu bearbeiten; Bronze mit 5 bis 15 v. H. Zinn ist polierfähig und in der Rotglut leicht streckbar. Erst bei mehr als 15 v. H. Zinnzusatz wird die Bronze spröde.

Das meist angewendete Mischungsverhältnis, das eine harte und schneidende Bronze ergibt, ist 90 Teile Kupfer und 10 Teile Zinn. Von den ägyptischen Bronzen enthalten die aus der ältesten Zeit nur etwa 5 v. H. Zinn (leicht erklärlich durch dessen damalige Kostbarkeit), während bei den späteren der Zinngehalt allmählich steigt und bei denen aus der Ptolemäerzeit schließlich bis zu 25 v. H. beträgt. Maspero gibt die Zusammensetzung von in Theben gefundenen Bronzen auf 14 Teile Zinn, 2 Teile Eisen und 84 Teile Kupfer an, die der Bronzemeißel auf 5,9 Teile Zinn, 0,1 Teil Eisen und 94 Teile Kupfer. Auch die ältesten europäischen Bronzen sind zinnarm; ebenso die Bronzen der Hallstattzeit (1000—500 v. Chr.); sie enthalten 88 Teile Kupfer, 7 Teile Zinn und 5 Teile Blei. Die Bronzen der klassischen Zeit enthalten 10 v. H. Zinn; bei Figuren und Glöckchen aber beträgt der Zinnzusatz 14 bis 15 v. H. Bronzen aus der Völkerwanderungszeit sind wieder stark bleihaltig. Der Zinngehalt der mexikanischen und peruanischen Bronzen beträgt 4 bis 10 v. H. Die verschiedenen Mischungsverhältnisse der ganz vorzüglichen chinesischen Bronzen sollen mit keinem der bekannten abendländischen oder vorderasiatischen Bronzen übereinstimmen.

Nachweislich haben namentlich die Griechen ständig neue Mischungen probiert, indem sie neben der zweckentsprechendsten Härte auch die schönste Farbe zu erreichen strebten. So gibt es auch eine besonders kostbare Bronze ohne Zinnzusatz, die aus 7 Teilen Kupfer, 1 Teil Gold und 4 Teilen Silber besteht (Korinthisches Erz).

Die Patina von stark kupferhaltiger Bronze ist ungleich und stark grünspanig, die von bleihaltiger Bronze ist grauschwarz bis silberglänzend, während die von Bronzen mit 10 Teilen Zinn schön hell- bis dunkelgrün wird.

Ob das klassische Altertum die Patina der Bronze so hoch eingeschätzt hat, wie wir, ist zweifelhaft. Anscheinend hat man, wenigstens in früherer Zeit, den Glanz weit höher bewertet und zu erhalten gesucht und ihn oft durch Vergoldung erhöht und gesichert. So haben (nach Maspero) die Ägypter ihre Bronzen z. T. fast völlig unempfindlich gegen die Oxydierung gemacht, indem sie sie noch warm mit harzigem Firnis einrieben. In der späteren klassischen Zeit ist die Patinierung der Bronzen nicht nur hochgeschätzt, sondern auch schon künstlich hervorgerufen worden; das beweist u. a. die lebhaft erörterte im 1. und 2. Jahrhundert n. Chr. darüber, ob die Edelpatina älterer Bronzen zufällig entstanden oder absichtlich hervorgerufen sei.

Eisen kommt gediegen nur vereinzelt als Meteor- (siderisches) Eisen vor, aber seine Gewinnung aus den leicht abzubauenen Erzen ist einfach; nur sind die leichtflüssigen Eisenerze unscheinbar, während die, welche durch ihren stark metallischen Glanz zuerst

die Aufmerksamkeit erregt haben dürften, in hohem Grade strengflüssig sind und daher jedenfalls erst viel später benutzt wurden.

Eisen läßt sich schmieden, d. h. rotglühend durch Hämmern oder Walzen in beliebige Form bringen, schweißen (2 Stücke in der Weißglühhitze in eins zusammenhämmern) und gießen. Die Höhe des Kohlenstoffgehalts bestimmt im wesentlichen die technischen Eigenschaften des Eisens. Chemisch reines Eisen ist für die Benutzung zu weich. Mit dem Kohlenstoffgehalt nimmt die Dehnbarkeit (Geschmeidigkeit) ab, die Schmelzbarkeit aber zu. Man unterscheidet danach: Schmiedbares Eisen (mit bis zu 2,3 v. H. Kohlenstoffgehalt), schmilzt bei 1300—1800⁰ C) und Roheisen (mit mehr als 2,3 v. H. Kohlenstoff, schmilzt bei 1000 bis 1200⁰ C. Schmiedeeisen mit 0,6 bis 2,3 v. H. Kohlenstoff, das man als Stahl bezeichnet, läßt sich härten, indem man es erhitzt und dann rasch in Wasser, Öl oder dgl. abkühlt. Stahl wird durch Anlassen, d. i. langsames Erhitzen und langsames Abkühlen, wieder weich, so daß er leicht zu bearbeiten, selbst kalt zu schneiden ist.

Roheisen (Gußeisen) ist spröde, wie zu harter Stahl und leicht zerreibbar; es setzt leichter Rost an, als Schmiedeeisen.

Meteoreisen ist z. T. wegen seines Gehaltes an Nickel und Phosphor so schwer teil- und hämmerbar, daß einzelne Meteorblöcke jedem Versuch dazu widerstanden haben, während andere Stücke sich ausgezeichnet bearbeiten ließen. Ob die erste Bekanntschaft mit dem Eisen auf die Verwendung von Meteoreisen zurückzuführen ist, oder ob man erst nach der Kenntnis des aus Erzen gewonnenen Eisens auch die Meteor-eisenstücke erkannte und (wegen ihres himmlischen Ursprungs mit Vorliebe zu Waffen) verarbeitet hat, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls besteht zwischen dem Ausschmieden eines Meteoreisenstücks und der Auf-findung und Verschmelzung der Eisenerze kein innerer Zusammenhang. Wenigstens für die frühe Kenntnis des Meteoreisens sprechen jedenfalls die Bezeichnung der Ägypter für Eisen als Himmelsmetall (griechisch σιδηρος), ihre Vorstellung vom Himmel als einer unermeßlichen Eisendecke und (nach Gardner) der Nachweis von Nickel in einigen Eisenwaffen aus vorgeschichtlicher Zeit, die demnach aus Meteoreisen hergestellt sein müßten.

Als älteste Stätten der Eisenerzeugung und Hauptbezugsquellen des Eisens für die alten Kulturvölker des Ostens lassen die Überlieferungen übereinstimmend die lange mittelasiatische Gebirgskette erkennen, die vom Kaukasus bis nach Tibet reicht. Natürlich deuten die Nachrichten der einzelnen Völker jeweilig auf das ihnen zunächst liegende Gebiet. Von besonderer Bedeutung erscheint der Kaukasus, wo die pontischen Chalyber saßen, von denen schon die Assyrer die Eisenverarbeitung übernahmen und nach denen die Griechen den Stahl χαλυψ benannten. Durch das ganze Altertum, auch von den Römern, hochgeschätzt war serisches (indisches) und parthisches Eisen (Stahl). Aus Asien bezogen auch die Ägypter das meiste Eisen, da der Ertrag der uralten Bergwerke am Sinai (s. S. 3) für den Bedarf nicht ausreichte und der frühzeitige Bezug von Eisenarbeiten aus Äthiopien durch die jahrhundertelangen Kämpfe zwischen beiden Reichen unterbrochen wurde. Für Griechenland war das erzeiche Euböa (alter Name Chalkis) die wichtigste, für die Etrusker und Römer Elba die nächste und noch heute nicht erschöpfte Eisenquelle. Doch war das Eisen von Elba zu weich. Die Römer bezogen daher Stahl aus Spanien, dessen reiche Eisenschätze schon die Phönizier und Karthager ausgebeutet hatten, aber auch schon frühzeitig aus Noricum (Steyrmark, Kärnten und Krain), wo ebenso wie in Belgien und Britannien die Eisengewinnung uralte war.

2. Schmiedeeisen und Gußeisen. Erste Bearbeitung der Eisenluppen.

Die Gewinnung schmiedbaren Eisens erfolgte während des ganzen Altertums, ja bis zum Ende des Mittelalters direkt aus den Erzen und (vielleicht gerade weil das Verfahren eines der leichtesten aller metallurgischen ist) in nahezu derselben ursprünglichen Weise — wie heute noch z. B. im Sudan — in Gruben, auf offenen, schmiedefeuerähnlichen Herden oder in kleinen, halb oder ganz geschlossenen Öfen mit Hilfe von Holzkohlen und Blasebalg.

Eine altägyptische Darstellung zeigt die Verarbeitung der Erze in einer flachen Grube, der aus dem einfachen Blasebalg, den ein Negerklave tritt, durch ein Bambusrohr Luft zugeführt wird.

Bei der geringen Hitze, die sich bei solchen Herden oder Öfen erreichen ließ, konnte von einem Ausschmelzen selbst der leichtflüssigen Eisenerze zu flüssigem Roheisen nicht die Rede sein; es wurde