

Ueber die Metalle.

Von

Dr. ERVIN v. SOMMARUGA.

Privatdocent am k. k. Polytechnikum in Wien.

Vortrag, gehalten am 11. Jänner 1871.

Die Metalle nehmen im Leben des Menschengeschlechtes durch ihre vielseitige Verwendung sowohl in reinem Zustande, als auch in Verbindungen untereinander, in der Form von Legirungen eine ganz besondere Stellung ein. Einzelne derselben, die durch ihre Seltenheit, durch besondere Farben und durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen die verschiedensten Agentien ausgezeichnet sind, dienen uns zur Anfertigung von Schmuckgegenständen und als Werthmittel, zum Ausprägen unserer Münzen. Andere Metalle, die durch ihr häufiges Vorkommen einen geringeren Werth besitzen, werden uns ganz unentbehrlich durch ihre Eigenschaft, sich giessen, hämmern und schweissen zu lassen; sie werden in Folge ihres häufigeren Vorkommens geeignet, aus ihnen diejenigen Metallgegenstände zu fertigen, die die jetzige Generation auf die Höhe der Entwicklung gebracht haben, die sie behauptet. Wir bereiten aus Eisen, Kupfer, Zinn, Zink, Blei und einigen ihrer Legirungen die verschiedensten Apparate für unsere Industrie, die Werkzeuge, deren sich die Künste und Gewerbe bedienen, aus ihnen bestehen die

Geräthschaften, die wir im täglichen Gebrauche haben. Die grössten Errungenschaften unseres Jahrhunderts, der elektrische Telegraph und die Eisenbahnen, diese Pulsadern jeglichen Verkehrs, sind angewiesen auf die ausgiebigste Verwendung von Metallen. Mit der Darstellung und leichtern Bearbeitung der Metalle wächst der Verkehr, der Handel und mit ihnen der Wohlstand ganzer Länder.

In Gegenden, wo das Eisen fast unbekannt, werden wir die Landwirthschaft in ihren ersten Anfängen finden, werden wir industrielle Thätigkeit vergeblich suchen; in Ländern dagegen, wo die Bearbeitung der Metalle einen hohen Grad der Entwicklung erreicht hat, wird Wohlstand und Gedeihen zu finden sein. Die Geschichte lehrt uns dies am deutlichsten, und zu Homer's Zeiten schon galt die Bearbeitung der Metalle als ein Zeichen der Bildung der Völker.

Diese wenigen Andeutungen mögen eine Rechtfertigung für die Wahl des Stoffes meines heutigen Vortrages sein, und gestatten Sie mir nun, Ihnen einige allgemeine Gesichtspunkte vorzuführen, da weitläufige Details hier nicht am Platze sind.

Die Zahl der Elemente, die wir zu den Metallen rechnen, beträgt etwa 45, wenn wir einige Körper nicht zählen, deren Existenz mehr als fraglich ist; somit machen die Metalle etwa zwei Drittheile sämmtlicher Grundstoffe aus.

Die Zeit der Entdeckung der verschiedenen Metalle ist eine nicht weit in der Geschichte zurückreichende.

Nur wenige, nämlich Quecksilber, Eisen, Kupfer, Blei, Silber und Gold waren schon den Alten bekannt. Quecksilber, Silber und Gold finden sich nämlich viel häufiger gediegen, als vererzt, und mussten schon in den frühesten Zeiten durch ihren Glanz auffallen. Das gleiche gilt von Kupfer und Blei, die den Griechen ebenfalls bekannt waren, und was das Eisen betrifft, so dürften wohl die Meteormassen, die aus Eisen bestehen, Veranlassung zur Kenntniss dieses Metalles gegeben haben.

Nur gediegen vorkommende Metalle waren es, die selbst den Culturvölkern des Alterthumes zugänglich waren, denn von einer Gewinnung von Metallen aus Erzen war weder den Griechen, noch den Phönicern eigentlich etwas bekannt. Die Entdeckung aller übrigen Metalle fällt in viel spätere Perioden.

Wenn wir noch etwa vom Zinn absehen, dessen im ersten Jahrhunderte nach Christi Geburt Erwähnung geschieht, können wir erst im 16. Jahrhundert die Entdeckung von Wismuth und Zink verzeichnen. — Kobalt, Platin, Nickel, Mangan, das Metall des Tungsteins, Wolfram, das Metall des Wasserbleies, Molybdän, sowie die durch die Farbenpracht ihrer Verbindungen ausgezeichneten Metalle Uran und Chrom sind in chronologischer Reihenfolge die Errungenschaften des 18. Jahrhunderts. Unserem Jahrhunderte war eine Reihe von Entdeckungen vorbehalten, von denen ich erwähnen will: die Auffindung der das Platin begleitenden Metalle Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium;

ferner habe ich zu gedenken der wichtigen Entdeckungen Humphry Davy's, der das Kalium und Natrium aus ihren Verbindungen isolirte; der Auffindung des Cadmiums, das mit dem Zink vereint vorkommt und durch Destillation von ihm getrennt wurde; der Darstellung des Metalles des Thones, des Aluminiums, endlich der überaus wichtigen Arbeiten von Bunsen und Mathiessen, die uns die Gewinnung von Magnesium, Lithium, Calcium, Baryum und Strontium lehrten. In das letzte Jahrzehent fällt endlich die Entdeckung vier neuer Elemente metallischer Natur, die mit Hilfe der Spectralanalyse aufgefunden wurden; es sind dies das Caesium und Rubidium von Bunsen und Kirchhoff entdeckt, das Thallium, ein bleiähnliches Metall, durch Crookes und gleichzeitig von Lamy gefunden, endlich das in der Freiburger Zinkblende durch Reich und Richter aufgefundene Indium. Dass mit den genannten Metallen schon alle auf der Erde vorfindlichen erschöpft sein sollen, lässt sich nicht behaupten; es ist vielmehr wahrscheinlich, dass die von den Chemikern fortgesetzten Forschungen noch neue Metalle uns kennen lehren werden.

In der allerjüngsten Zeit glaubte man wieder ein neues Metall *) gefunden zu haben, doch sind die Beweise für seine wirkliche Existenz noch keine genügenden.

*) Das in Zirkonen und Jargonon enthaltene Jargonium.

Den Namen der Körperclassen, mit der wir uns beschäftigen wollen, pflegt man, wie dies schon Plinius that, aus dem griechischen μετ'ἄλλα, zu deutsch nebeneinander, abzuleiten, weil gewöhnlich mehrere Metalle zusammen oder nebeneinander vorkommen.

Ob ein Körper den Metallen zuzuzählen ist oder nicht, ist bei manchen derselben ein streitiger Punkt gewesen, und noch heute zählen manche Chemiker einzelne Elemente, wie das Arsen und Antimon, zu den Metallen, während andere dies nicht thun. Hieraus ist ersichtlich, dass die Metalle keine scharfbegrenzte Körperclassen sein können, sondern es zeigen sich in dieser Reihe, wie dies in der Natur überhaupt der Fall ist, allmälige Uebergänge der Eigenschaften, die eine Annäherung an die zweite Hauptgruppe der einfachen Körper, an die Nichtmetalle, vermitteln.

Eine Summe von gewissen Eigenschaften geben einem einfachen Körper das Gepräge eines Metalles; ist eine oder die andere nicht sehr deutlich ausgesprochen, so kann die Frage, ob der Körper den Metallen zuzuzählen sei, in der Regel nur durch die Kenntniss seines Verhaltens andern Körpern gegenüber entschieden werden.

Wir tragen heutzutage kein Bedenken, das Quecksilber als ein Metall anzusprechen; uns ist vielmehr der dem reinen Quecksilber eigenthümliche Glanz das Muster dessen, was wir Metallglanz nennen. Das Quecksilber ist flüssig, und dieser den andern Metallen nicht eigenthümliche Aggregationszustand war lange

Zeit bestimmend, es als kein Metall zu betrachten. Erst als man es zu Ende des vorigen Jahrhunderts gefrieren machen konnte, wurde es bestimmt als ein Metall angesehen.

Von den ältesten Zeiten her machte man einen Unterschied zwischen edlen und unedlen Metallen; zu den edlen zählte man das Gold und Silber, zu den unedlen das Eisen, Kupfer u. s. w. Diese Eintheilung beruht darauf, dass die edlen Metalle nicht in vererztem Zustande, sondern nur gediegen bekannt waren, dass sie selten waren, und dass sie dem Einflusse der Hitze widerstanden, sich nicht mit einer nichtmetallischen Haut überzogen, was beim Kupfer, Eisen und ähnlichen der Fall ist.

Solche, die der Hitze nicht ausgesetzt werden konnten, ohne sich dabei zu verändern, nannte man unedle Metalle. Der den Metallen eigenthümliche Glanz und die einigen derselben zukommende Eigenschaft, sich walzen und dehnen zu lassen, waren zur Erkennung eines Körpers als Metall nothwendig. Körper, die zwar Metallglanz besaßen, aber spröde waren, die sich durch Hammerschläge zerkleinern liessen, galten nur als Halbmetall oder in der Sprache der Alchimisten als Metallbastarde. So galt das Antimon als Halbmetall des Bleies, das Wismuth als das Halbmetall des Zinns, nachdem man sie in gewissen Beziehungen ähnlich befunden hatte, Antimon und Wismuth sich spröde, Blei und Zinn aber dehnbar erwiesen hatten.

Diese Eintheilung, der nur ganz äusserliche Merkmale zu Grunde lagen, wurde allmählig dadurch unmöglich, dass jeder Körper, der einen metallischen Kern besass, als Halbmetall bezeichnet wurde. Die Verbindungen der Metalle mit den Nichtmetallen, die Metallsalze u. s. w. waren alles Halbmetalle, und jede Uebersichtlichkeit ging damit verloren.

Eine richtige Vorstellung über die Natur der Metalle konnte erst gewonnen werden, als man über das Wesen der Verbrennung Klarheit erhalten hatte, was erst durch die Versuche Lavoisier's zu Ende des vorigen Jahrhunderts geschah. Der arabische Chemiker Geber sprach die Ansicht aus, die Metalle seien zusammengesetzte Körper, und nahm Quecksilber und Schwefel als ihre Bestandtheile an. Auch Arsenik glaubte man in den Metallen gefunden zu haben, doch glaubte man, es sei vom Schwefel nur wenig verschieden, und ändere darum an den Eigenschaften eines Metalles einem andern gegenüber nur wenig.

Geber meinte, Metalle mit mehr röthlicher Farbe verdankten dieselbe einem Gehalte an dem gelben Schwefel, während das weisse Arsenik seine Farbe auch auf so gefärbte Metalle übertrüge. Diese Ansicht blieb lange die geltende, nur dass noch im Verlaufe der spätern Zeit ein neuer Bestandtheil, das Salz, hinzukam. Ob Schwefel, Quecksilber und Salz die gewöhnlichen, unter diesen Namen bekannten Materien waren, oder ob darunter andere Körper zu verstehen seien, war wohl den meisten Chemikern unklar. Einige behaupteten

in der That, gewöhnliches Quecksilber, gewöhnlichen Schwefel u. s. w. gefunden zu haben; andere hingegen gebrauchten diese Namen für Substanzen, die sie in den Metallen gefunden zu haben glaubten, und die gewisse Aehnlichkeit mit den genannten Körpern haben sollten. Offenbar war die ganze Ansicht, und was sie begründen sollte, aus sehr unsichern Experimenten abgeleitet, beruhte wohl auch zum guten Theile auf mystischen Vorstellungen, an denen es die Phantasie einzelner Alchimisten durchaus nicht fehlen liess. Im 17. Jahrhunderte erst erklärte Boyle, die Metalle enthielten weder Salz, noch Schwefel, wenigstens konnte er die beiden Bestandtheile in den von ihm untersuchten Metallen nicht auffinden.

Diese von einer Seite angeregten Zweifel an der Richtigkeit der Ansicht Geber's mehrten sich in dem Maasse, als man lernte, bessere Versuche anzustellen. Bis zu Lavoisier wurde die Verbrennung als ein Process angesehen, bei welchem sich der Wärmestoff mit dem brennbaren Element des verbrennenden Körpers verband, und sich in Form der Flamme davon trennte. Nach dieser Erklärung hätte offenbar das Product der Verbrennung leichter sein müssen, als der Körper vor der Verbrennung war. Als das brennbare Princip der Metalle galt in der Regel der Schwefel, der, wie bekannt war, durch Verbrennen in eine Luftart übergeführt wird. Enthielten nun die Metalle Schwefel, so wurde dieser beim Erhitzen derselben entfernt, und das nach der Verbrennung des Metalles zurückbleibende,

die sogenannten Metallkalke, mussten, so schien der Schluss richtig zu sein, mit dem Schwefel in Verbindung die Bestandtheile des ursprünglichen Metalles gewesen sein.

Da man für solche Versuche sich noch nicht der Wage bediente, fiel es nicht auf, dass die Metallkalke schwerer waren als die Metalle, aus denen sie entstanden waren. Durch den Gebrauch der Wage musste das Irrige der ganzen Erklärung zu Tage kommen, und man gelangte an der Hand wägender Versuche, und nachdem viel und heftig über das Wesen der Verbrennung discutirt worden war, endlich zu der Ansicht, die noch heute als richtig erkannt wird, dass nämlich die Metalle einfache Körper sind, die sich weiter nicht zerlegen lassen, dass bei der Verbrennung der Metalle nicht ein Bestandtheil derselben fortgeht, sondern dass die Verbrennung eine Vereinigung des Metalles mit Sauerstoff ist, deren Product das ist, was wir als ein Metalloxyd zu bezeichnen pflegen.

Die Eintheilung, die jetzt so ziemlich die allgemein giltige ist, basirt auf dem Verhalten der Metalle gegen den galvanischen Strom. Bringt man zwei Metalle mit einander in innige Berührung, so wird hiedurch eine elektrische Spannung hervorgerufen, das eine Metall erscheint mit positiver, das andere mit negativer Elektrizität beladen. Nach diesem Verhalten lassen sich die Metalle in eine Reihe bringen, in der jedes folgende Glied dem vorangehenden gegenüber sich als positives Element eines solchen Plattenpaares darstellt, und die

Elektricitätserregung ist um so grösser, je weiter die zwei verwendeten Metalle in der Reihe von einander entfernt sind. Innerhalb der so gebildeten Reihe ist es zweckdienlich Unterabtheilungen zu machen, deren jede durch ein gleichartiges Verhalten der einzelnen Glieder in chemischer Beziehung charakterisirt ist.

Beginnen wir an dem Ende, an welchem die elektropositivsten Metalle stehen, so reihen sich aneinander: die Alkalimetalle, deren Repräsentant das Kalium ist, die Metalle der alkalischen Erden, mit dem Calcium als Typus, die Metalle der eigentlichen Erden, mit dem Aluminium als wichtigstem Gliede. Alle diese Metalle zusammen pflegt man mit dem gemeinschaftlichen der leichten Metalle zu bezeichnen, weil sie ein geringes Eigengewicht besitzen. Die jetzt folgenden zwei Gruppen sind die Metalle der Eisengruppe und der Bleigruppe, benannt nach den wichtigsten Elementen, die sie in sich schliessen. Beide Gruppen pflegt man auch unter dem Namen der unedlen schweren Metalle zusammenzufassen. Eine weitere Gruppe ist die der edlen Metalle, zu der das Gold, Platin und seine Begleiter gezählt werden. Den Schluss der ganzen Reihe bildet eine Anzahl von Metallen, die in ihren äussern Eigenschaften und besonders in ihren Verbindungsverhältnissen sich den Nichtmetallen nähern. Da die letzteren den Metallen gegenüber sich stets elektronegativ verhalten, so werden auch diese am Schlusse der Reihe stehenden Metalle elektronegative genannt.

Ihr Repräsentant ist das Zinn, und ihre wichtigste Eigenschaft: Oxyde vom Charakter der Säuren zu bilden, während die Metalle nach der andern Seite der Reihe zu Oxyde von immer stärker werdender basischer Natur geben.

Was die Verbreitung und das Vorkommen der Metalle auf der Erde betrifft, so ist dies ein ausserordentlich verschiedenes. Eisen, Calcium, auch Aluminium finden sich fast überall; ihre Menge ist deshalb eine kolossale. Andere, wie die in einigen Mineralien Schwedens und Norwegens aufgefundenen Metalle: Cer, Lanthan, Didym, Yttrium, Erbium, sind nur an einzelnen, wenigen Orten gefunden worden und zählen deshalb zu den seltensten Körpern, die wir kennen.

In metallischem oder gediegenem Zustande finden sich nur wenige. Zu diesen zählen das Gold, Silber, Platin, Quecksilber, Kupfer, seltener schon Wismuth und Blei.

Gold und Platin finden sich fast ausschliesslich gediegen, indess die anderen fast häufiger vererzt vorkommen. Die erstgenannten verdanken ihr Vorkommen dem Umstande, dass sie gegen die Einwirkung anderer Körper, wie Sauerstoff, Schwefel, Kohlensäure u. s. w. sehr unempfindlich sind. Damit Kupfer und Wismuth sich gediegen finden können, mussten günstige Umstände vorhanden sein, die eine Veränderung dieser Metalle unmöglich machten, so Abschluss der Luft und Feuchtigkeit, Abwesenheit von Kohlensäure u. dgl. m.

Bei den meisten Vorkommnissen dieser Art ist es überdies erwiesen, dass sie nicht bei der Erstarrung der Erdkruste schon gebildet wurden, sondern dass sie an die Orte, an denen sie heute gefunden werden, erst im Laufe der Zeit gelangten, und durch chemische Prozesse aus Verbindungen manügfacher Art abgeschieden wurden.

Die gediegenen Metalle kommen meist nur in den Gesteinen der ältesten Formationen, im Urgebirge, vor, oder sie finden sich nach der Zertrümmerung der Gesteine oft weit weggeführt von ihrem ursprünglichen Fundorte, auf sogenannten secundären Lagerstätten. Im ersteren Falle bilden sie schmale Gänge im Gesteine oder sie sind darin, und dies ist der gewöhnlichere Fall, fein eingesprengt in der Form von einzelnen Krystallen oder in blattförmigen, drahtartigen Gebilden. In solcher Weise finden sich Gold und Silber. Auf secundären Lagerstätten, im Sande der Flüsse oder im aufgeschwemmten Lande, findet sich z. B. das Platin, dessen ursprüngliche Lagerstätte eigentlich noch nicht bekannt ist; auch das Gold findet sich so, und wird, wie bekannt, in den sogenannten Goldwäschen an einzelnen Punkten der Erde in beträchtlicher Menge gewonnen.

Die gediegen vorkommenden Metalle sind weitaus die Minderzahl, die meisten kommen nur in Verbindung mit anderen Elementen vor. Verbindungen der schweren Metalle mit andern Körpern pflegt man auch mit dem gemeinschaftlichen Namen Erze zu bezeichnen. Ihrer chemischen Natur nach sind es Verbindungen der

Metalle mit Sauerstoff, wie das Magneteisen, der Zinnstein, das Rothkupfererz u. s. w., oder Verbindungen mit Schwefel, wie der Bleiglanz, Kupferkies, die Zinkblende. Auch Verbindungen mit mehr als mit einem Elemente sind zu verzeichnen, so die Kohlensäure, Salze des Eisens, der Spateisenstein, des Kupfers, der Malachit und andere mehr. Die Erze sind, ganz abgesehen von ihren verschiedenen chemischen Formen, die Ausfüllungsmasse von Spalten und Gängen, die sich in den Gebirgsmassen durch geologische Umwälzungen gebildet haben und die nachher durch an diese Orte gelangte Erze erfüllt wurden. In manchen Gebirgen treffen wir keine fortlaufenden Spalten, sondern bloß einzelne Hohlräume, die oft von bedeutenden Dimensionen sind, und ebenfalls mit Erzmitteln erfüllt sind. Solche Vorkommen pflegt man Stöcke und Nester zu nennen, zum Unterschiede der eigentlichen Erzgänge. Während die Gänge nur sehr selten aufhören, wenn sie auch oft bis zu minimaler Mächtigkeit herabsinken, so ist für die Stöcke und Nester gerade der Umstand bezeichnend, dass sie untereinander in keinem Zusammenhange stehen, sondern bloß isolirte Anhäufungen von Erzen sind. Auf Gängen finden sich in der Regel mehrere Metalle zusammen, während bei den Stöcken dies nur selten der Fall ist.

Die Metalle der Erden, alkalischen Erden, und Alkalien finden sich ausschliesslich nur in Verbindungen auf der Erde, und zwar der Mehrzahl nach nur in solchen, die in Wasser unlöslich sind.

Als Beispiele führe ich an: die kiesel-sauren Verbindungen der Thonerde, der Magnesia, des Kalkes u. s. w. die in einer ausserordentlichen Mannigfaltigkeit der Verbindungsverhältnisse untereinander und mit den Silicaten der Alkalien jene mineralogisch so wichtigen Classen der Feldspate, Zeolithe, Glimmer, Granaten u. s. w. bilden. Für das Baryum speciell wichtig ist seine ganz unlösliche Verbindung mit Schwefelsäure — der Schwerspat; für das Calcium die Verbindungen mit Kohlensäure — der ganze Gebirgsgüge bildende Kalkspat, die mit Fluor — der an Varietäten reiche Flussspat u. dgl. m. Für die Metalle der Alkalien sind uns besonders die Verbindungen mit Chlor von höchster Wichtigkeit.

Diese, das Chlorkalium oder Sylvin genannt, und das Chlornatrium, unser gewöhnliches Kochsalz, sind durch ihre Löslichkeit im Wasser ausgezeichnet. Diese beiden Verbindungen finden wir auch heute noch in ganz ungeheuren Mengen in den Meeren gelöst, die unsere Erde bedecken. In früheren geologischen Epochen nahmen die Meere einen noch bedeutenderen Theil der Erdoberfläche ein; durch den durch die Sonnenwärme eingeleiteten Verdampfungsprocess wurden sie aber eingeengt und einzelne, die durch Hebungen des Bodens von den übrigen Meeren isolirt waren, wurden völlig ausgetrocknet. Wurden über solche Salzlager Wasser nicht durchlassende Schichten von Thon ausgebreitet, so waren sie einer späteren Auflösung durch atmosphärische Niederschläge entrückt und blieben uns

erhalten. Die Kochsalzlager in unseren Alpen, in Galizien, in Russland, die in neuester Zeit so wichtig gewordenen Lager von Stassfurth in Preussen, sind ohne Zweifel auf diese Weise gebildet worden. Auch jetzt noch setzen sich solche Prozesse fort und das todte Meer ist beispielsweise ein solches in der Austrocknung begriffenes Meer, dessen Boden schon jetzt mit einer mächtigen Schichte von festem Kochsalz bedeckt ist.

Wie ich Eingangs erwähnt habe, haben uns verbesserte Methoden der Untersuchung zur Auffindung von vier neuen Elementen geführt. Es lässt sich indess nicht behaupten, dass wir alle auf der Erde vorkommenden Metalle schon kennen, vielmehr ist es wahrscheinlich, dass sich den schon bereits bekannten noch neue werden hinzufügen lassen.

Eine Reihe von Beobachtungen, die man ebenfalls mit Hilfe des Spectroscopes an den Himmelskörpern ausgeführt hat, lässt uns erkennen, dass die auf der Erde gefundenen Metalle sich auch auf den Fixsternen und Planeten finden. So sind im Sirius, der Wega und dem Pollux Natrium, Magnesium und Eisen gefunden worden; in der Beteigeuze ausser den drei genannten noch Calcium, Wismuth, vielleicht auch Thallium; in Aldebaran neben den Metallen der Beteigeuze noch Tellur, Antimon und Quecksilber. Es haben sich überdies aber auch Verhältnisse in den Lichtquellen dieser Sterne gezeigt, die auf die Gegenwart anderer Elemente als der auf der Erde bekannten schliessen lassen, und ein einfacher Rückschluss auf die Verhältnisse unserer

Erde macht es uns wahrscheinlich, dass auch auf dieser die Reihe der Elemente als keine abgeschlossene zu betrachten ist.

Wir wollen uns jetzt zur Betrachtung der wichtigsten physikalischen Eigenschaften der Metalle wenden. Auf glatten Flächen besitzen die Metalle einen eigenthümlichen Glanz, der am besten an reinem Quecksilber oder polirtem Silber beobachtet wird. Man bezeichnet ihn als Metallglanz, zum Unterschiede vom Fett-, Glas- und Diamantglanze. Er ist für die Metalle charakteristisch, aber nur an glatten Flächen sichtbar, denn in feinvertheiltem Zustande sind die Metalle matte Pulver, ohne irgendwelchen Glanz überhaupt. In solcher Form besitzen sie die Eigenschaft, vermöge ihrer grossen Oberfläche bedeutende Mengen von Gasen zu verdichten, was oft unter beträchtlicher Wärmeentwicklung geschieht.

Feinvertheiltes Platin, sogenannter Platinschwamm absorbirt das Wasserstoffgas so lebhaft, und es tritt so bedeutende Erhitzung desselben ein, dass sich das Wasserstoffgas am glühend gewordenen Platin entzündet. Wir benutzen diese Eigenschaft des Platinschwammes in der Döbereiner'schen Zündmaschine, auch zur Einleitung von chemischen Processen anderer Natur, die alle nur auf seiner ausserordentlichen Flächenwirkung beruhen.

Das Platin bleibt in solchen Fällen völlig unverändert, und kann immer wieder zu solchen Versuchen dienen.

Eine ähnliche Erscheinung beobachtet man, wenn man fein vertheiltes Eisen, wie solches durch Reduction von Eisenoxyd im Wasserstoffströme erhalten wird, an die Luft bringt.

Das Eisen condensirt die Luft an seiner Oberfläche und erhitzt sich so beträchtlich, dass es auf Kosten des Sauerstoffes der Luft verbrennt, wodurch es wieder in das Oxyd zurückverwandelt wird, aus dem es gewonnen worden war.

Die Farbe vieler Metalle ist, wie bekannt, meist eine weisse, wie sie am Silber, Quecksilber, Zinn beobachtet wird; weiss mit einem Stich ins röthliche ist das Wismut, mit einem Stiche ins bläuliche das Zink. Fast grau sind Eisen und Platin, das Kupfer roth, das Gold gelb. Gemische von Metallen besitzen ein Farbe, die zwischen der ihrer Gemengtheile liegt.

Die Metalle sind in compacten Stücken völlig undurchsichtig; zu sehr dünnen Platten ausgeschlagen, lassen sie etwas Licht durch. Gold lässt in solchem Zustande grünes, Silber blaues Licht durch.

Die Metalle sind ferner schmelzbar. Den niedrigsten Schmelzpunkt besitzt das Quecksilber, nämlich 40 Grad Celsius, die höchsten das Platin und seine Begleiter, deren Schmelzpunkt bei ungefähr 1800 Grad Celsius liegt. Während Kalium und Natrium unter der Kochhitze des Wassers schmelzen, verflüssigen sich Silber, Gold, Kupfer, Eisen erst bei Temperaturen, die über 1000 Grad Celsius liegen. Die Metalle, deren Schmelzpunkte niedriger sind, lassen sich auch verga-

sen, so Zink und Cadmium; es unterliegt aber keinem Zweifel, dass auch die schwer schmelzbaren Metalle, wie Eisen und Platin, Dampfform annehmen können.

Wenn wir mit unseren Temperaturen dies nur bei wenigen zu erreichen vermögen, so haben wir aber doch Gewissheit über diesen Punkt dadurch erhalten, dass uns die Spectralanalyse die Anwesenheit dampfförmiger Metalle in der Sonne und den Planeten gelehrt hat, und zwar solcher Metalle, wie gerade das Eisen, das unserer höchsten Temperatur noch widersteht.

Die Metalle sind zum Theil walzbar, dehnbar, hämmerbar, zum Theil spröde. In Bezug auf die Art der Ausstreckung verhalten sich die Metalle sehr ungleich, und beispielsweise lässt sich Blei zu den dünnsten Platten aushämmern, während es sich schlechter walzen und zu Draht ziehen lässt, in welchen Beziehungen es von Gold und Silber bei weitem übertroffen wird.

Die Metalle besitzen ferner die höchst wichtige Eigenschaft, sich in beliebigen Verhältnissen miteinander verbinden zu lassen, was mau in der Regel durch ein einfaches Zusammenschmelzen derselben erreicht. Solche Verbindungen der Metalle heissen Legirungen, und ist eines derselben Quecksilber, so heissen die Legirungen Amalgame. Die Legirungen sind zum Theil wahre chemische Verbindungen, zum Theil Gemenge von chemischen Verbindungen mit Metallen.

Die Eigenschaften der Legirungen sind in der Regel ein Mittelding zwischen den Eigenschaften ihrer

Bestandtheile. Dies gilt besonders von der Farbe und der Härte. Das rothe Kupfer und das weisse Zink geben gelbes Messing, die Farbe des Goldes wird durch Zusatz von Silber lichter u. s. w. Im Letternmetall, das aus Blei und Antimon besteht, wird das Blei, das sehr weich ist, durch den Zusatz von Antimon härter und gegen Abnützung widerstandsfähiger gemacht; behält aber seine Eigenschaft, selbst die feinsten Formen auszufüllen, vollständig bei. Eine ganz besondere Eigenschaft der Legirungen ist es, dass ihr Schmelzpunkt in der Regel tiefer liegt, als der ihrer Bestandtheile.

Wird zu einer Legirung aus zwei Metallen ein drittes und viertes hinzugebracht, so erniedrigt sich der Schmelzpunkt der neuen Legirung auch noch weiter, so dass eine Legirung von Blei, Wismut und Zinn, das sogenannte Rose'sche Metall, einen Schmelzpunkt von nur 94 Grad Celsius, eine Legirung der drei genannten Metalle mit Cadmium, das Wood'sche Metall, einen solchen von 70 Grad Celsius besitzt.

Die Schmelzpunkte der genannten Metalle sind für Zinn 230, für Wismut 250, für Blei 330, für Cadmium 360 Grad Celsius, und es ist gewiss sehr auffällig, warum Cadmium, das den höchsten Schmelzpunkt unter den vier Metallen besitzt, durch den Eintritt in die genannte Legirung statt einer Erhöhung des Schmelzpunktes, denselben im Gegentheile noch um weitere 14 Grad Celsius herabdrückt. Wir machen von dieser Eigenschaft der Legirungen vielfachen Gebrauch, so ist z. B. das Schnellloth eine Legirung von Blei und

Zinn, die bei einer noch niedrigeren Temperatur flüssig wird, als das leicht schmelzbare Zinn.

Zum Schlusse meines heutigen Vortrages erlauben Sie mir noch Einiges über die Gewinnung der Metalle aus ihren Verbindungen anzuführen.

Die Gewinnung der Metalle gestaltet sich sehr verschieden, je nach der Art der Verbindungen, die vorliegen.

Der einfachste Fall ist wohl der, wenn es sich um die gediegen vorkommenden Metalle handelt. Zu diesem Behufe werden die Erze gepocht und gesiebt, oder unter Zufluss von Wasser gestampft, durch welche Operation die gröbereren Stücke von dem feinen Schlamm getrennt werden. Der feine Schlamm, auch Pochgänge genannt, wird nun auf eine Vorrichtung gebracht, welche es gestattet, auf mechanischem Wege die Metalltheilchen von dem tauben leeren Gestein zu trennen. Man verwendet hiezu entweder Stossheerde oder sogenannte Setzmaschinen, die wesentlich darauf beruhen, dass sich die Metalltheilchen als specifisch schwerer von den leichtern Gesteinstheilchen sondern. Speciell beim Stossheerde wird dies dadurch erreicht, dass er in kurzen Intervallen an seinem rückwärtigen Ende an ein Gegenlager anstösst, wodurch die Metalltheilchen mehr nach rückwärts, die Gesteinstheilchen mehr nach vorwärts auf der schiefen, von Wasser überspülten Ebene getrieben werden. Ist die Trennung so weit, als thunlich, gegangen, so werden die rückwärtigen, metallreichen Partien mit Schaufeln abgenommen

und durch einen einfachen Schmelzprocess die einzelnen kleinen Metallfittern zu einem grösseren Metallregulus vereinigt. Um die sehr fein im Pochgestübe vertheilten Metalltheilchen besser auszubringen, lässt man oft dem eben besprochenen Schlemmprocess eine Amalgamation, d. i. eine Auslaugung mit Quecksilber, in dem das Gold löslich ist, vorgehen. Die an Metall reichen Partien werden in gleicher Weise gesammelt, das Quecksilber hierauf durch Erhitzen abdestillirt, und im übrigen wird so verfahren, wie ohne vorausgegangene Amalgamation. Es umfasst somit dieser Fall lediglich mechanische Operationen, ohne dass irgend welche chemische Prozesse dabei ins Spiel kämen.

In solcher Weise wird vornehmlich das Gold gewonnen. Bei dem Platin beschränkt sich die Arbeit bloß auf den Schlemmprocess und die einzelnen Metallkörner werden als solche in die Münzen gebracht, die sich mit ihrer weiteren Reinigung beschäftigen.

Liegen oxydische Erze vor, oder die kohlen-sauern Verbindungen der Oxyde, was beim Spateisenstein, dem Malachit und ähnlichen Mineralien der Fall ist, so ist nur eine Entfernung des Sauerstoffes nöthig, um die Metalle als solche zu gewinnen. Die von der Grube gelieferten Erze werden entsprechend sortirt, wohl auch mechanisch durch Pochen vorbereitet, um die grösseren Stücke zu zerkleinern.

Hierauf folgt eine Erhitzung der Erze unter Luftzufuhr, eine Röstung, durch welche die Feuchtigkeit, die Kohlensäure und der grösste Theil von etwa vorhan-

denem Schwefel und Arsenik entfernt werden. Letztere würden dem beim Reduciren entstehenden Metalle sich zugesellen, und hiedurch seine Qualität für die meisten Verwendungen wesentlich verschlechtern.

Zur Gewinnung des Metalles werden hierauf die Erze unter Zusatz von Kohle geschmolzen, wobei sie ihren Sauerstoff an den Kohlenstoff abgeben, und sich in Metalle verwandeln. Diese Operation wird in sogenannten Hochöfen ausgeführt, in die von oben her abwechselnd Erz und Kohle eingetragen wird, so dass die Operation eine continuirliche wird. Durch die grosse Menge Luft, die durch das am Ofen angebrachte Gebläse den Kohlen zu ihrer Verbrennung zugeführt wird, würde weitaus der grösste Theil des reducirten Metalles wieder verbrennen und die Ausbeute an Metall eine qualitativ wie quantitativ sehr schlechte werden. Um dies zu verhüten, gibt man mit den Erzen gewisse Zuschläge in den Ofen auf, die derart gewählt sein müssen, dass sie mit den Verunreinigungen des Erzes, der Gangart u. s. w. eine leicht schmelzbare Masse bilden, die mit dem reducirten, geschmolzenen Metalle zugleich in dem untersten Theile des Ofens sich ansammeln. Diese Masse, die die Schlacke heisst, schwimmt als specifisch leichter auf dem Metalle, und schützt es vor neuerlicher Oxydation. Sie besteht wesentlich aus kieselsauren Verbindungen, und wird von Zeit zu Zeit durch Oeffnen eines Loches im Ofengestell entfernt. Ist nun, nachdem die Schmelzung eine Zeit lang im Gange ist, eine hinreichende Menge flüssigen Metalles

angesammelt, so wird dies ebenfalls durch das Abstichloch ausfliessen gelassen, und der so entstehende Metallkuchen nach dem Erkalten in Stücke geschlagen, die dann sofort Handelswaare sind. Es ist dies in allgemeinen Zügen die Art, wie das Eisen aus seinen Erzen gewonnen wird. Das Product heisst das Roheisen. Ich will nur noch bemerken, dass die reducirende Wirkung der Kohlen, nicht diesen als solchen zukommt, sondern den aus den Kohlen entwickelten Gasen, den Kohlenwasserstoffen und vornehmlich dem Kohlenoxydgas.

Ungleich complicirter gestalten sich die Vorgänge, wenn es sich um die Gewinnung von Metallen aus geschwefelten Erzen handelt, ein Fall, der der weitaus häufigere bei der Kupfergewinnung ist. Man verfährt etwa folgendermassen. Die mechanisch vorbereiteten Erze werden ebenfalls geröstet, wodurch aus Schwefelmetallen ein Theil des Schwefels in der Form von schwefeliger Säure entfernt wird, und dafür ein Theil des Metalles an Sauerstoff gebunden wird. Ist neben dem Kupfer Eisen vorhanden, was in dem gewöhnlichen Material zur Kupfergewinnung, dem Kupferkies, der Fall ist, so wird zuerst alles Eisen in Oxyd verwandelt, indess das Kupfer als leicht schmelzbare Schwefelverbindung sich auf der Ofensohle ansammelt. Der so gewonnene Kupferlech wird neuerdings geröstet, und, war er schon fast frei von Eisen, so lange, bis aller Schwefel möglichst entfernt ist. Die Trennung von Kupfer und Eisen gelingt im Wege der Röstung fast

vollständig, und ist nothwendig, um ein eisenfreies Kupfer zu erzielen, was bezüglich seiner Qualität sehr wichtig ist. War der Kupferlech völlig geröstet, d. h. alles seines Schwefels beraubt, so erfolgt ebenfalls eine Reduction durch Kohle, die in ähnlichen, aber in kleineren Oefen als beim Eisen, vorgenommen wird, und die das Rohkupfer liefert. Dieses wird dann noch weiteren Raffinirungsprocessen unterworfen, und liefert das Gaar- oder Feinkupfer, das gewalzt oder gehämert wird, je nachdem es seine weitere Verwendung erheischt.

Die Metalle der Alkalien und alkalischen Erden lassen sich auf ähnlichen, wie den besprochenen Wegen nicht gewinnen. Um sie abzuscheiden, muss man sich der zersetzenden Wirkung eines kräftigen galvanischen Stromes bedienen, oder man muss die Verwandtschaft dieser Metalle zu den mit ihnen verbundenen Nichtmetallen durch die noch stärkere anderer Metalle überwinden. So gewinnt man das Aluminium, Calcium, Magnesium und ähnliche. Kalium und Natrium, die in den letzten Jahren so grosse Bedeutung erlangt haben — das Natrium dient z. B. zur Gewinnung des Aluminiums — werden jetzt fabrikmässig aus ihren kohlensauren Salzen gewonnen, nachdem man gelernt hat, dass das Eisen und selbst die Kohle in Weissglühhitze sich des Sauerstoffes bemächtigen können, an den die Metalle gebunden sind.

Zu ihrer Darstellung dienen eiserne, retortenartige Gefässe, die in so hohe Temperaturen gebracht werden,

dass die Metalle dampfförmig übergetrieben werden können in Vorlagen, die mit Steinöl gefüllt sind, wodurch eine Oxydation der Metalle verhindert wird.

Auf nähere Details über das so wichtige Capitel der Metalle einzugehen, gestattet mir die kurze Zeit eines Vortrages nicht.
