

Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der Chemie

Stöckhardt, Julius Adolph

Braunschweig, 1881

II. Silbergruppe

[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:466:1-88906)

5) Eisen, Mangan, Kobalt, Nickel und Zink werden aus ihren sauren Lösungen nicht durch Schwefelwasserstoff, sondern nur durch Schwefelammonium als Schwefelmetalle niedergeschlagen (elektropositive Metalle). In der Analyse dient dieses Verhalten, um sie von den anderen (elektronegativen) Metallen zu trennen.

6) Die genannten fünf Metalle sind chemisch stärker als die anderen, sie können diese aus ihren Lösungen und anderen Verbindungen verdrängen und metallisch niederschlagen.

7) Das Thallium steht nur äusserer Gründe wegen hier; es zeigt so viel Abweichendes in seinem chemischen Verhalten, dass es in keine Metallgruppe passt.

II. Silberguppe.

Blei, Plumbum (Pb).

(Aeq. - Gew. = 103,5. — Specif. - Gew. = 11,4.)

— Seit den ältesten Zeiten bekannt. —

432. Nächst dem Eisen ist das Blei das verbreitetste und billigste Metall; dabei auch ein sehr nützliches, nicht bloss, weil wir Schrot und Buchdruckerlettern daraus giessen und Schwefelsäurekammern daraus erbauen, sondern auch wegen der vielen brauchbaren Verbindungen, die es mit dem Sauerstoff und den Säuren giebt. Gegen die menschliche Gesundheit tritt dieses Metall als ein Feind auf, aber nicht mit offenem Visir, sondern unter der Maske der Freundlichkeit, denn es verbirgt seine schädlichen Wirkungen hinter einem süßen Geschmacke, der den meisten seiner Verbindungen eigen ist; auch äussern sich diese Wirkungen nicht sogleich, wenn das Blei in den Körper kommt, sondern oft erst nach Jahren (Bleikolik). Man rechnet es aus diesem Grunde zu den schleichenden Giften. Deswegen wohl verglich man es sonst auch mit dem Gott der Zeit und gab ihm den Namen Saturnus und das Zeichen h . Die äusseren Eigenschaften des Bleies: sein Glanz, seine leichte Schmelzbarkeit, seine Weichheit und Biegsamkeit, seine bedeutende Schwere etc. sind

bekannt genug. An der Luft verliert das Blei seinen metallischen Glanz sehr bald, indem es sich mit einem schwachen Häutchen von Suboxyd überzieht.

Bleischrot. Will man das Blei körnen, so giesst man es, wie beim Zink angegeben, durch einen Besen in Wasser. Aehnlich ist das Verfahren bei der Bereitung von Schrot, nur nimmt man hierzu statt des Besens einen eisernen Durchschlag und lässt die Bleitropfen von einer solchen Höhe herabfallen, dass sie erstarrt sind, ehe sie das Wasser erreichen. Für die gröbsten Nummern von Schrot braucht man Thürme von mehr als 100 Ellen Höhe. Gewöhnlich setzt man dem Bleie ein wenig Arsenik zu, weil es dann vollkommner runde Tropfen bildet. Da Blei und Arsenik ein Paar Feinde der menschlichen Gesundheit sind, so sollte man Schrot nicht mehr zum Ausspülen der Flaschen anwenden.

Bleioxyd oder Bleiglätte (PbO).

433. Blei in der Hitze. Versuch. Man erhitze ein Stückchen Blei in der äusseren Flamme des Löthrohrs: dasselbe schmilzt — bei etwa $330^{\circ}\text{C}.$ — und überzieht sich dabei mit einer grauen Haut, ja es verwandelt sich endlich ganz in ein graues Pulver, in sogenannte Bleiasche, ein Gemenge von schwarzem Bleisuboxyd (Pb_2O) und gelbem Bleioxyd (PbO). Bei längerem Blasen verändert sich das Grau in Gelb, indem die Bleiasche durch weitere Sauerstoffsaufnahme vollständig in Bleioxyd übergeht. In stärkerer Hitze schmilzt das Oxyd und erstarrt beim Erkalten zu einer röthlichgelben, aus glänzenden Schuppen zusammengesetzten Masse, zu der bekannten Bleiglätte oder Silberglätte. Lenkt man auf diese die innere Löthrohrflamme, so erhält man wieder metallisches Blei. Diese leichte Reducirbarkeit, welche fast allen Bleisalzen eigen ist, verbunden mit dem gelben Oxydbeschlage der Kohle um die Metallkörnchen herum, giebt ein ebenso einfaches als sicheres Mittel ab, um einen Körper auf die Gegenwart von Blei zu untersuchen.

Das Bleioxyd enthält auf 103,5 Blei nur 8 Sauerstoff, oder auf 1 Aeq. Blei 1 Aeq. Sauerstoff; das Blei gehört sonach zu den Metallen, welche ein sehr hohes Verbindungsgewicht haben, zu

den chemischen Schwächlingen, da von ihm 103,5 Pfund nur so viel ausrichten, als 28 Pfd. Eisen oder 32,6 Pfd. Zink.

Bleiglätte. Als Bleiglätte findet das Bleioxyd eine ungeheime grosse Anwendung in den Künsten und Gewerben. Wie man Bleiglas (Flintglas), Bleiglasur und Bleizucker daraus darstellt, ist schon in dem Früheren angegeben worden; ausserdem gebraucht es der Chemiker, um Mennige, Bleiweiss und andere Bleifarben und Bleisalze daraus darzustellen; der Apotheker, um mit Baumöl eine unlösliche Bleiseife (Bleipflaster), der Tischler, um mit Leinöl den schnelltrocknenden Firniss daraus zu kochen u. s. w. Als die reinste Glätte ist die englische anzusehen; in der sächsischen und Goslarschen finden sich immer kleine Quantitäten von Kupfer- und Eisenoxyd, auch wohl von Silber. Wie sie im Grossen gewonnen wird, soll beim Silber angeführt werden. Schmilzt man die Glätte in einem hessischen Schmelziegel, so erhält man nach dem Erkalten ein braungelbes, durchsichtiges Glas; dieses ist Bleioxyd mit etwas Kieselsäure verbunden. Die Kieselsäure stammt aus dem Schmelziegel her. Die gewöhnlichen Topfwaaren werden mit einem Ueberzuge von solchem Glase versehen (glasirt).

Bleioxydhydrat (3 PbO, H₂O).

434. Blei und Wasser. Versuch. Man giesse in ein Glas destillirtes Wasser, in ein anderes Brunnenwasser und stelle in jedes ein Stück blankes Blei: Das destillirte Wasser wird bald trübe werden und schwach basisch reagiren, das Brunnenwasser nicht. Reines Wasser nebst atmosphärischer Luft überziehen die Oberfläche des Bleies mit einer weissen Haut von Bleioxydhydrat, welche sich im Wasser theils vertheilt, theils löst. Ebenso verhalten sich weiches Wasser, Regenwasser und solche Wässer, welche salpetersaure Salze, Chlorverbindungen und organische Stoffe enthalten; diese dürfen daher nicht in Bleigefässen aufbewahrt oder durch Bleiröhren fortgeleitet werden. Die meisten harten Wässer dagegen, insbesondere die kalk- und gypshaltigen, greifen das Blei nicht an oder doch nur in höchst unbedeutendem Grade. Hieraus erklärt sich die Unschädlichkeit der bleiernen Wasserpumpen und Wasserleitungen, die in manchen Gegen-

den ganz allgemein statt der bei uns gebräuchlichen hölzernen in Anwendung gekommen sind.

Setzt man zu einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd oder Bleizucker (264) Kali- oder Natronlauge, so erhält man Bleioxydhydrat als einen weissen Niederschlag, der sich jedoch in einem Ueberschusse der Lauge wieder auflöst. Getrocknet und erhitzt geht derselbe in wasserfreies gelbes Bleioxyd über.

Bleioxyd-Ueberoxyd oder Mennige.

435. *Versuch.* Man erhitze in einem Löffel 4 Grm. Blei glätte und 1 Grm. chlorsaures Kali: das gelbliche Gemisch verglimmt zu einem rothen Pulver, welches man mit Wasser auswäscht. Dasselbe geschieht, wenn man, wie bei der Fabrikation im Grossen, die Glätte tagelang, jedoch nicht bis zum Schmelzen, erhitzt und öfters umrührt. In beiden Fällen nimmt das Bleioxyd noch $\frac{1}{3}$ mehr Sauerstoff, im ersten Falle aus der Chlorsäure, im zweiten aus der Luft auf, und wird dadurch zu Pb_3O_4 (Bleiüberoxydul), oder, was wahrscheinlicher, zu einer Verbindung von Bleioxyd ($2 PbO$) mit Bleiüberoxyd (PbO_2). Diese unter dem Namen Mennige bekannte Verbindung wird vielfach als scharlachrothe Anstrichfarbe benutzt, wie auch, statt der Glätte, zur Bereitung des Krystallglases, da sie bei starker Erhitzung in Bleioxyd und Sauerstoff zerfällt.

Bleiüberoxyd (PbO_2).

436. *Versuch.* Erwärmst man Mennige einige Zeit mit Salpetersäure, so zerfällt sie in Oxyd, welches sich auflöst, und in Bleiüberoxyd, welches als ein dunkelbraunes Pulver unlöslich bleibt. Das Blei gehört zu den wenigen Metallen, die mit Sauerstoff zu Ueber- oder Superoxyden zusammentreten können. Wie diese giebt das Bleiüberoxyd die Hälfte seines Sauerstoffs sehr leicht an andere Körper ab und kann daher benutzt werden, um anderen Körpern, unorganischen wie organischen, Sauerstoff zuzuführen oder durch diesen Wasserstoff zu entziehen. So zersetzt es sich, mit Schwefel zusammengerieben, unter Entzündung des letzteren; so mit Zucker oder Weinsäure unter Erglühen;

so oxydirt es Oxalsäure zu Kohlensäure; so entzieht es der Salzsäure ihren Wasserstoff unter Bildung von Chlorgas, Wasser und Chlorblei. Ozon verwandelt das metallische Blei direct in Bleiüberoxyd (83).

Blei und Säuren.

437. Das Blei zersetzt das Wasser nicht, wie dies die Metalle der vorhergehenden Gruppe vermochten, zu seiner Oxydation und Auflösung sind daher concentrirte Säuren anzuwenden. Das beste Auflösungsmittel für das Blei ist die Salpetersäure. Schwefelsäure (die man in Bleikammern darstellt), Phosphorsäure und Salzsäure können das Blei nicht auflösen, weil sie mit demselben unlösliche oder doch sehr schwer lösliche Salze bilden. Der bei der Lösung stattfindende Vorgang wurde schon bei 188 näher angegeben. Von den Sauerstoffverbindungen des Bleies verhält sich nur das Oxyd als eine Basis, es giebt daher nur eine Reihe von Bleisalzen, Oxydsalze etc. Da das Bleioxyd leicht darzustellen ist, so bereitet man dieselben am vortheilhaftesten durch Auflösung des Oxyds in Säuren, weil man dann den Theil der Säure erspart, welcher zur Umwandlung des Bleimetalls in Bleioxyd erforderlich sein würde.

Die Bleisalze sind meist farblos und besitzen einen süßlich zusammenziehenden Geschmack, wenn sie sich im Speichel des Mundes auflösen können. Viele derselben verbinden sich noch mit mehr Oxyd und bilden basische Salze. Durch ihr Verhalten auf Kohle vor dem Löthrohre, wie gegen Schwefelsäure und Schwefelwasserstoff sind sie leicht zu erkennen und von anderen Salzen zu unterscheiden.

Essigsaurer Bleioxyd oder Bleizucker ($\text{PbO} \cdot \text{A} + 3 \text{HO}$).

438. Von den löslichen Bleisalzen ist dieses das bekannteste und gebrauchteste; insbesondere verwenden es die Druckereien und Färbereien in solcher Menge, dass selbstständige Fabrikalagen sich allein mit der Darstellung desselben beschäftigen. Wie es durch Auflösen der Bleiglätte in Essig und Abdampfen der Lösung gewonnen wird, ist schon bei Bereitung der Essigsäure

(264) angegeben worden. Der Bleizucker krystallisiert mit 14 Proc. Krystallwasser in farblosen, durchsichtigen, vierseitigen und zweifächig zugeschräfeten Säulen. Bei längerer Aufbewahrung in trockner Luft entweicht etwas Wasser und die Krystalle beschlagen weiss, auch wird durch die Kohlensäure der letzteren etwas Essigsäure ausgetrieben und sie geben nun mit Wasser, von dem sie nur $1\frac{1}{2}$ Thle. zur Lösung brauchen, eine trübe Auflösung, die aber durchsichtig wird, wenn man einige Tropfen Essigsäure zusetzt.

Basisch essigsaurer Bleioxyd. *Versuch.* Man übergieße in einem Gläschen 3 Thle. Bleizucker und 1 Thl. feingepulverte Bleiglätte mit 10 Thln. Wasser und lasse das Gemenge unter öfterem Umschütteln einige Tage stehen. Die klar abgegossene, basisch reagirende Flüssigkeit enthält auf 1 Aeq. Essigsäure 3 Aeq. Bleioxyd — daher auch „Drittels-essigsaurer Bleioxyd“ genannt — und stellt den zu kühlenden Umschlägen vielfach benutzten Bleiessig (*Extractum Saturni*) der Apotheken dar. In unverschlossenen Gefäßen zieht der Bleiessig Kohlensäure aus der Luft an und setzt weisses kohlensaures Bleioxyd ab. Gleiche geschieht beim Vermischen mit Brunnenwasser durch die Kohlensäure des letzteren. Eine solche trübe, aus 1 Thl. Bleiessig und 50 Thln. Brunnenwasser dargestellte Flüssigkeit wird unter dem Namen „Goulard'sches Wasser“ gleichfalls zu Umschlägen benutzt.

Ausser dieser basischen Verbindung giebt es noch ein Halb-, Anderthalb- und Sechstels-essigsaurer Bleioxyd.

Andere lösliche Bleisalze.

439. Chlorblei ($PbCl$). *Versuch.* Man erhitze 5 Grm. Bleioxyd mit 20 Grm. Salzsäure und 20 Grm. Wasser bis zum Kochen und giesse die klare Flüssigkeit von dem Bodensatze in ein Glas ab: man erhält beim Erkalten weisse, glänzende Krystallnadeln von Chlorblei (Hornblei). Dieses Salz löst sich nur sehr schwer im Wasser, man erhält es daher auch als einen krystallinischen Niederschlag, wenn man die Lösung eines Bleisalzes mit Salzsäure oder Kochsalzlösung vermischt.

Casselergelb (Bleioxyd-Chlorblei). *Versuch.* Bringt man in einem eisernen Löffel 8 Grm. Bleiglätte und 1 Grm. Salmiak zum Schmelzen, so bildet sich eine Verbindung von wenig Chlor-

blei mit viel Bleioxyd in der Form einer glänzenden, gelben, blättrigen Masse, die zerrieben ein angenehm gelbes Pulver giebt. Dieses Pulver wurde früher, ehe die schöneren Chromfarben bekannt waren, unter dem Namen Cassler- oder Mineralgelb als Malerfarbe angewendet.

Jodblei (PbJ) bildet goldgelbe, glänzende Blätter, wenn es sich aus einer kochendheissen Lösung abscheidet; in kaltem Wasser ist es noch schwerer löslich als das Chlorblei.

Salpetersaures Bleioxyd (PbO, NO_5) ist schon in 7 Thln. kalten Wasser löslich und krystallisiert in farblosen, regulären Octaedern. Seine Darstellung aus Bleioxyd und Bleimetall wurde schon in 187 und 188 gelehrt.

Kohlensaures Bleioxyd oder Bleiweiss (PbO, CO_2).

440. *Versuch.* Man versetze eine Bleizuckerlösung so lange mit einer Auflösung von Soda, als ein Niederschlag entsteht: der weisse, schwere Niederschlag ist kohlensaures Bleioxyd. Im Mineralreiche kommt diese Verbindung in rhombischen, stark lichtbrechenden Krystallen als „Weissbleierz“ vor.

Die unter dem Namen Bleiweiss bekannte Anstrichfarbe ist ebenfalls kohlensaures Bleioxyd, aber gemengt mit wechselnden Mengen von Bleioxydhydrat (basisch-kohlensaures Bleioxyd). Man bereitet dieses im Grossen auf verschiedene Weise.

a. Nach der englischen Methode röhrt man Bleiglätte mit Essig zu einem Breie an, breitet diesen auf einer Steinplatte aus und bläst den Rauch von brennenden Coaks darüber hinweg, dessen Kohlensäure sich mit dem Bleioxyd verbindet. Die Essigsäure spielt hierbei eine ähnliche Vermittlerrolle, wie das Stickoxyd in den Schwefelsäurekammern: sie löst Bleioxyd auf und bietet es dann der Kohlensäure dar; hat sie die erste Portion abgegeben, so löst sie eine zweite auf etc. Man begreift leicht, dass auf diese Weise eine kleine Quantität Essigsäure (oder auch Bleizucker) hinreicht, um nach und nach eine grosse Menge Bleiglätte in Bleiweiss umwandeln zu helfen.

b. Nach der ältesten, der holländischen Methode, werden in einer Kammer eine grosse Menge von Töpfen, in die man etwas Essig giesst, auf eine Unterlage von Strohdünger oder gebrauchte

Lohe gestellt, mit mehren Schichten von Bleiplatten belegt und dann auch oben mit Strohdünger zudeckt. Nach mehren Monaten findet man die Bleiplatten, wo nicht ganz, doch zum grössten Theile in Bleiweissplatten umgewandelt. Dünger ist verwesendes Stroh, Lohe verwesendes Holz; Verwesung ist eine langsame Verbrennung, oder, was dasselbe ist, eine langsame Verwandlung der organischen Körper in Kohlensäure und Wasser. Bei jeder Verbrennung oder Verwesung wird Wärme frei; diese reicht in dem vorliegenden Falle hin, den Essig allmälig zu verdampfen. In der Luft der Bleiweisskammer sind demnach zugegen: Sauerstoff, Wasserdampf, Essigdampf und Kohlensäure. Denkt man sich, diese Stoffe verbänden sich in der angegebenen Reihenfolge nach einander mit dem Blei, so gelangt man zu der Stufenleiter: 1) Bleioxyd, 2) Bleioxydhydrat, 3) essigsaures Bleioxyd, 4) basisch-kohlensaures Bleioxyd; es bildet sich also zuerst Bleioxyd, welches, ganz so wie bei der vorigen Methode, durch Vermittlung der Essigsäure in kohlensaures Bleioxyd übergeführt wird. Die feinste Sorte dieses Bleiweisses heisst Kremser Weiss.

c. Bei dem französischen Verfahren wird das Bleiweiss auf nassem Wege, durch Einleiten von Kohlensäure in eine Lösung von basisch-essigsaurem Bleioxyd (Bleiessig) erzeugt. Wie man oben (438) gesehen, kann Bleizuckerlösung noch 2 Aeq. Bleioxyd auflösen; diese werden durch die Kohlensäure als Bleiweiss niedergeschlagen, wodurch in der Flüssigkeit wieder neutrales essigsaures Bleioxyd entsteht, welches abermals mit Glätte digerirt und nachher wieder mit Kohlensäure behandelt wird. Mit einem Pfunde Bleizucker kann man auf diese Weise nach und nach viele Pfunde Glätte auflösen und als Bleiweiss wieder niederschlagen. Das nach dieser Methode gewonnene Bleiweiss hat zwar eine blendend weisse Farbe, deckt aber, seiner krystallinischen Beschaffenheit halber, beim Anstreichen nicht so gut, als das durch das englische oder holländische Verfahren dargestellte. Die billigeren Sorten erhält man durch Versetzen des Bleiweisses mit Schwerspathpulver; das letztere bleibt übrig, wenn man das Bleiweiss in verdünnter Salpetersäure auflöst. Beim Erhitzen des Bleiweisses geht Kohlensäure und Wasser fort und der gelbe Rückstand ist Bleioxyd.

Andere unlösliche Bleisalze.

441. Schwefelsaures Bleioxyd (PbO_2SO_3). Diese schon in 214 aus ihren Bestandtheilen direct dargestellte Verbindung entsteht auch durch einfache oder doppelte Wahlverwandtschaft, wenn man zu einer Bleilösung Schwefelsäure oder schwefelsaures Natron tröpfelt. Selbst in mehr als tausendfach verdünnten Bleilösungen erhält man noch eine weisse Trübung, da das schwefelsaure Bleioxyd ein ganz unlösliches Sálz ist; wir haben demnach in der Schwefelsäure ein sehr genaues Reagens auf Bleisalze. In grosser Menge gewinnt man dieses Salz als Nebenproduct in den Druckereien bei der Bereitung der essigsauren Thonerde (Thonbeize) aus Bleizucker und Alaun (365).

Phosphorsaures Bleioxyd, mit Chlorblei verbunden, kommt natürlich als Grünbleierz vor.

Kieselraures Bleioxyd macht einen Hauptbestandtheil des Krystall- und Flintglases und vieler Glasuren aus.

Chromsaures Bleioxyd (Chromgelb) siehe bei Chrom.

Weinsaures Bleioxyd. *Versuch.* Man vermische eine Lösung von 10 Grm. Bleizucker mit einer Lösung von 4 Grm. Weinsäure: der entstandene weisse Niederschlag wird abfiltrirt, ausgewaschen und getrocknet; er ist unlösliches weinsaures Bleioxyd.

Fig. 149.



Pyrophor. Versuch.

Ein kleines Gläschen mit dünnem Boden wird $\frac{1}{3}$ voll trocknes weinsaures Bleioxyd gefüllt und im Sandbade über einer Weingeistlampe so lange erhitzt, als noch Dämpfe entweichen. Diese riechen brenzlich und brennen mit blauer Flamme, weil viel Kohlenoxydgas in ihnen enthalten ist, welches sich

beim Verkohlen der Weinsäure bildet. Die Weinsäure enthält aber so viel Kohlenstoff, dass ein Theil davon, innig gemengt mit dem entstandenen metallischen Blei, zurückbleibt. Die erhaltene schwarze Masse ist ein Pyrophor, d. h. sie entzündet sich von selbst, wenn man sie auf einen Stein ausschüttet, weil sie ihrer grossen Porosität zufolge mit der grössten Begierde Sauerstoff aus der Luft einsaugt. Das beim Verglühen entstehende gelbe Pulver ist Bleioxyd. Wird das Gläschen, während es noch heiss ist, verstopt, so hält sich die Zündkraft dieses Pyrophors mehre Tage lang.

Blei und Schwefel.

442. Schwefelblei (PbS). *Versuch.* Zu einer Bleizuckerlösung wird Schwefelwasserstoffwasser gegossen: der tief-schwarze Niederschlag ist Schwefelblei (148); 1 Thl. Bleizucker, in 20,000 Thln. Wasser gelöst, verräth sich auf diese Weise noch durch eine braune Farbe; wir haben in dem Schwefelwasserstoffwasser sonach ein höchst empfindliches Reagens auf Bleisalze. Dieselbe Verbindung erhält man auch auf directem Wege durch Zusammenschmelzen von granulirtem Blei und Schwefel; im Momente der Vereinigung tritt, wie bei dem Schwefeleisen (398), ein Ermüden der Masse ein.

Bleiglanz. In dieser Verbindung mit Schwefel finden wir das Blei am häufigsten in der Natur, und aus ihr allein wird im Grossen das metallische Blei dargestellt. Man nennt dieses Bleierz Bleiglanz und erkennt es leicht an seiner grauschwarzen, glänzenden Farbe, seiner Würfelform und seiner ausserordentlichen Schwere. Der durch Umschmelzen krystallinisch gewordene Bleiglanz führt in den Hüttenwerken den Namen Bleistein.

Darstellung von Blei.

443. Bleiarbeit. Der Schwefel ist in den Schwefelmetallen so fest mit den Metallen verbunden, dass es nicht möglich ist, ihn so leicht wie den Sauerstoff, z. B. durch Glühen mit Kohle, wegzuschaffen. Man muss deswegen einen Umweg einschlagen, nämlich das Schwefelmetall zuerst in ein Sauerstoffmetall oder



Oxyd umwandeln (Röstung) und dann dem Oxyde den Sauerstoff entziehen (Reduction). Zu dem Ende erhitzt man den Bleiglanz anhaltend bei Luftzutritt, wodurch sowohl dessen Blei als dessen Schwefel sich mit Sauerstoff verbinden. Aus Blei wird Bleioxyd, welches zurückbleibt; aus Schwefel wird schweflige Säure, welche entweicht; nächstdem erzeugt sich auch mehr oder weniger schwefelsaures Bleioxyd. Der geröstete Bleiglanz besteht demnach im Wesentlichen aus Bleioxyd, schwefelsaurem Bleioxyd und Schwefelblei. Wird er nun in Flammen- oder Schachtöfen mit Kohle einer starken Glühhitze ausgesetzt, so schmilzt metallisches Blei aus, indem hauptsächlich folgende drei Zerlegungen neben einander stattfinden:

- a) aus PbO und C werden Pb und CO ;
- b) aus $2 PbO$ und PbS werden $3 Pb$ und SO_2 ;
- c) aus PbO, SO_3 und PbS werden $2 Pb$ und $2 SO_2$.

444. Niederschlagarbeit. Ein zweiter Weg, das Blei vom Schwefel zu befreien, besteht darin, dass man den Bleiglanz ohne vorherige Röstung mit einem Metalle erhitzt, welches grössere Affinität zum Schwefel hat und sich an die Stelle des Bleies setzt. Ein solches Metall ist das Eisen. Aus Schwefelblei und Eisen wird Schwefeleisen und Blei; das erstere ist leichter als das Blei und erstarrt auch leichter, es kann daher ohne Schwierigkeit von dem letzteren getrennt werden. Das Eisen wirkt hier gerade so wie das Zink bei dem folgenden Versuche; 1 Aeq. Eisen vertritt 1 Aeq. Blei, man kann daher mit 28 Pfund Eisen 103,5 Pfund metallisches Blei ausscheiden oder niederschlagen.

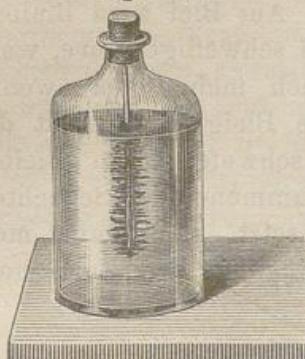
Nasse Bleireduction.

445. Eisen und Zink sind die chemisch kräftigsten oder stärksten Metalle; sie können nicht nur, wie bei dem vorigen Versuche, das Blei in der Glühhitze aus seinen Schwefelverbindungen verdrängen und sich an dessen Stelle setzen, sondern auch aus seinen Verbindungen mit Sauerstoff und Säuren, aus Lösungen von Bleisalzen.

Bleibaum. Versuch. Man löse 20 Grm. Bleizucker in der 12fachen Menge Wasser, kläre die Flüssigkeit durch einige Tropfen Essigsäure, giesse sie in ein weisses Fläschchen und hänge dann Stöckhardt, die Schule der Chemie.

in letzteres einen Zinkstab hinein, den man an dem Korken befestigt: das Zink wird sich bald mit einem grauen Ueberzuge

Fig. 150.



bedecken, aus dem nach und nach glänzende Metallflitter hervorwachsen, die endlich den Rand des Glases erreichen. Sie bestehen aus reinem Blei (Bleibaum). Nach 24 Stunden findet sich keine Spur von Blei mehr in der Flüssigkeit gelöst, sondern dafür essigsaures Zinkoxyd; das stärkere Zink hat dem schwächeren Blei allen Sauerstoff und alle Essigsäure entzogen. An diesem Versuche sieht man nicht nur die verschiedene Affinitäts-

stärke dieser beiden Metalle recht deutlich, sondern er ist auch ein sehr schönes Beispiel von der stöchiometrischen Gesetzmässigkeit der chemischen Verbindungen und Zersetzung; denn man hat nur nöthig, das gebildete Blei und die Zinkstange vor und nach dem Versuche zu wägen, um zu finden, dass das Gewicht des ausgeschiedenen Bleies sich zu dem Zinkverluste wie 103,5 zu 32,6 verhält. 1 Aeq. Blei ist also durch 1 Aeq. Zink ersetzt worden.

Kupfer, Cuprum (Cu).

(Aeq. Gew. = 31,7 — Specif. Gew. = 8,8.)

— Im Alterthume noch vor dem Eisen bekannt. —

446. Das Kupfer holte man sich im Alterthume hauptsächlich von der Insel Cypern, wo sich Kupfererze in grosser Menge vorhanden; hieraus erklärt sich der Name Cuprum oder cyprisches Metall. Als man es später für gut fand, den Metallen mythologische Namen beizulegen, erhielt das Kupfer den Namen der Schutzgöttin von Cypern, Venus, und deren Zeichen ♀. Das Kupfer besitzt mehre vortreffliche Eigenschaften, die es zu einem überaus nützlichen Metalle gemacht haben, nämlich:

a) Es ist dehnbar und dabei zugleich sehr haltbar und zähe; man kann es daher zu Blech aushämmern, welches, selbst wenn es sehr dünn ist, doch noch fest zusammenhält.

b) Es schmilzt schwer (erst bei einer Hitze über 1000° C.); deswegen eignet es sich vortrefflich zu Geräthen, die dem Feuer ausgesetzt werden sollen, z. B. zu Kesseln, Pfannen, Blasen, Gussformen etc.

c) Es leidet an der Luft durch Rosten weniger als Eisen; die kupfernen Geschirre haben deswegen eine viel längere Dauer als die eisernen. Mit Kupferblech beschlägt man das Holz der Seeschiffe und die Dächer von Thürmen und anderen Gebäuden.

d) Es ist ziemlich hart und nutzt sich daher beim Gebrauche zu Kupferstichplatten und Druckwalzen nur langsam ab.

e) Es giebt mit Zink, Zinn und Nickel sehr brauchbare Legirungen, z. B. Messing, Tombak, Bronze, Glockenspeise, Kanonenmetall, Neusilber etc.

f) Es wird aus seinen Lösungen durch den galvanischen Strom als eine feste, zusammenhängende Masse niedergeschlagen; auf diese Weise stellt man sich die in neuerer Zeit so bekannt gewordenen galvanoplastischen Abdrücke von anderen Körpern dar.

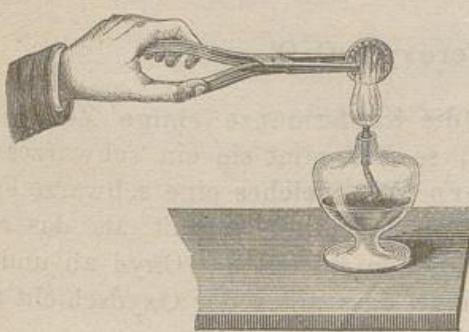
g) Es liefert mit Sauerstoff und mehren Säuren unlösliche Verbindungen von schön grüner und blauer Farbe, die vielfach in der Malerei benutzt werden.

Obwohl das Kupfer keinen Geruch besitzt, so ertheilt es doch schwefeligen Händen und dem Wasser, das lange (z. B. in kupfernen Blasen oder Kesseln) darin gestanden hat, einen eigenthümlichen, unangenehmen Geruch.

Kupferoxydul ($Cu_2 O$).

447. Aus Kupfer. Versuch. Man halte eine blank gerie-

Fig. 151.



bene Kupfermünze über eine Weingeistflamme: es tritt ein Farbenwechsel von Gelb in Purpurroth, Violett und Blau ein, der endlich mit Schwarzgrau endigt. Besonders schön zeigen sich diese Regenbogenfarben, wenn man die Münze, mit dem

Rande nach oben gekehrt, mitten in die Flamme hineinhält und sie darin hin- und herbewegt: in dem Kerne der Flamme verschwindet dann der Ueberzug, er kommt aber augenblicklich wieder zum Vorschein, so wie die Münze in den äusseren Mantel der Flamme oder ausserhalb desselben gelangt. Löscht man jetzt die Münze schnell in Wasser ab, so wird sie braunroth; dieser rothe Ueberzug ist Kupferoxydul. Man bringt auf Kupfermedaillen einen solchen Ueberzug oft absichtlich hervor, weil er an der Luft unveränderlicher ist als das glänzende Kupfermetall (Bronziren des Kupfers, Bronzemedaille). Wirft man Kupferoxydul in schmelzendes Glas, so färbt sich dasselbe blutroth; auf diese Weise erzeugt man in den Glashütten das schöne, rothe Ueberfangglas. Hieraus erklärt sich auch die rothe Farbe der beim Aus- und Umschmelzen des Kupfers entstehenden Schlacken. Das Rothkupfererz ist natürlich vorkommendes Kupferoxydul.

Aus Kupferoxyd. *Versuch.* Zu einer verdünnten Lösung von Kupfervitriol setze man ein wenig gestossenen Milchzucker und dann etwas mehr Kalilösung als zum Niederschlagen des Kupferoxyhydrats nöthig ist, und erwärme das Gemisch: die blaue Farbe wird bald in Grün, Gelb, Orange, zuletzt in Roth übergehen. Der entstandene rothe Niederschlag ist Kupferoxydul, welches aus dem Kupferoxyd entsteht, weil der Zucker im Stande ist, diesem die Hälfte Sauerstoff zu entziehen. Schöner roth erhält man dasselbe, wenn man Grünspan mit Essig kocht und zu der erhaltenen Lösung etwas Honig bringt und abermals kocht. Es erklärt sich hieraus leicht, warum sich aus dem *Oxymel Aeruginis* der Pharmacie immer ein rother Absatz bildet; bei dieser langsamen Ausscheidung erscheint derselbe oft in deutlichen kleinen Krystallen. Kupferoxydulhydrat ist gelb und wird an der Luft bald blau.

Kupferoxyd (Cu O).

448. Versuch. Wird die Kupfermünze einige Zeit in der Spitze der Flamme gelassen, so bekommt sie ein schwarzes Ansehen; es bildet sich Kupferoxyd, welches eine schwarze Farbe hat und noch einmal so viel Sauerstoff enthält als das rothe Oxydul. Beim schnellen Ablöschen springt das Oxyd ab und das rothe Ansehen der Münze zeigt, dass unter der Oxydschicht auch

noch Oxydul zugegen ist. Durch langes Erhitzen lässt sich die ganze Masse der Münze in Oxydul, durch noch längeres endlich vollständig in Oxyd verwandeln. Der in den Werkstätten der Kupferschmiede abfallende Glühspan (Kupferhammerschlag) besteht aus einem Gemenge von Oxydul mit Oxyd. Reines Oxyd s. 452.

Glasfärben. Versuch. Man reibe ein wenig Borax mit einem Krümelchen des abgesprungenen schwarzen Kupferoxyds zusammen und schmelze daraus mit dem Löthrohre auf einem Platindrahte eine Perle: das Kupferoxyd wird sich in dem Boraxglase auflösen und dasselbe grün färben. Auch hiervon macht man Anwendung in der Glas- und Porcellanmalerei. In der inneren Flamme geht das Grün in Roth über, weil daselbst das Kupferoxyd zu Kupferoxydul reducirt wird.

Organische Analyse. Wegen dieser Eigenschaft des Kupferoxyds, in der Glühhitze Sauerstoff abzugeben, benutzt man es bei der Analyse organischer Körper, um deren Kohlenstoff und Wasserstoff so zu verbrennen, dass man die Verbrennungsproducte (Kohlensäure und Wasser) sammeln und wägen kann.

Auch auf nassem Wege lässt sich das Kupferoxyd leicht darstellen, dann hat es aber eine ganz andere Farbe.

Kupferoxydhydrat (CuO, HO).

449. Versuch. Zu einer Lösung des bereits bekannten Kupfervitriols oder schwefelsauren Kupferoxyds tröpfle man eine Auflösung von kaustischem Kali: ein grünlichblaues Pulver fällt nieder, es ist Kupferoxydhydrat, in der Flüssigkeit bleibt das mit erzeugte schwefelsaure Kali gelöst. Ammoniak zeigt in diesem Falle ein ganz anderes Verhalten als Kali, es giebt eine dunkelblaue Flüssigkeit (451). Das schwarze Oxyd giebt also, chemisch mit Wasser verbunden, einen blauen Körper. Mit Gyps versetzt bildet dieser das bekannte lockere Bremerblau. Man kochte einen Theil der Flüssigkeit: sie wird schwarz werden, weil bei der Kochhitze die Verbindung zwischen dem Kupferoxyd und dem Wasser aufgehoben wird, abermals ein Beispiel, wie durch blosse Temperaturerhöhung eine chemische Verbindung zerlegt wird.

Natürlicher Grünspan. An feuchter Luft wird das Kupfer langsam grau, später grün; der erzeugte grünblaue Kupferrost

ist der Hauptsache nach ebenfalls Kupferoxydhydrat, jedoch gemengt mit etwas kohlensaurem Kupferoxyd, da das Kupfer, ähnlich wie das Zink, nicht bloss Sauerstoff und Wasser, sondern auch etwas Kohlensäure aus der Luft anzieht. Der Kupferrost ist sonach basisch kohlensaures Kupferoxydhydrat (453).

Kupfer und Säuren.

450. Verdünnte Säuren lösen das Kupfer nicht auf, veranlassen aber unter Mitwirkung der Luft die Bildung grüner Ueberzüge (basischer Salze) auf der Oberfläche desselben. Concentrierte Schwefelsäure löst es beim Erhitzen auf unter Bildung von schwefliger Säure (217), Salpetersäure schon in der Kälte unter Bildung von Stickstoffoxyd (193); Salzsäure wirkt nur schwach darauf ein, löst aber das Oxyd mit Leichtigkeit auf, Chlor verbindet sich begierig damit (174). Bei diesen Einwirkungen können Kupferoxydsalze oder Kupferoxydulsalze entstehen; die letzteren sind von geringer praktischer Bedeutung und werden hier übergangen.

Die Kupferoxydsalze kommen gewöhnlich wasserhaltig vor und sind dann blau oder grün, bei Entziehung des Wassers werden sie meist schmutzigweiss; ihr Geschmack ist unangenehm metallisch. Durch Ammoniak wird ihre Lösung tief blau gefärbt, durch Blutlaugensalz wird braunrothes Kupfereisencyanür (410), durch einen blanken Eisenstab metallisches Kupfer (175) daraus abgeschieden; die Weingeistflamme färben sie grün oder blau. Die Kupfersalze sind heftige Gifte. Bei Anwendung kupferner Kochgeschirre ist darauf zu halten, dass sie vor dem Gebrauche immer blank geputzt sein müssen und dass Speisen nie darin erkalten und länger verweilen dürfen. Als wirksame Gegenmittel sind in Vergiftungsfällen Eiweiss und Milch anzuwenden.

Schwefelsaures Kupferoxyd oder Kupfervitriol ($\text{CuO, SO}_3 + 5\text{HO}$).

451. Nächst dem Grünspan ist dieses Salz, welches auch die Namen blauer Vitriol und blauer Galizenstein führt, das

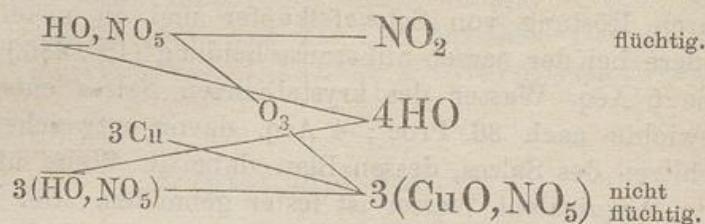
im gewerblichen Leben am meisten gebrauchte Kupfersalz, dessen Bereitung aus Kupferasche schon in 214, die aus Kupfermetall in 217 und 220 angegeben worden. Im Grossen wird es auch durch Röstung von Schwefelkupfer und in neuerer Zeit insbesondere bei der nassen Silberausscheidung (480. 486.) gewonnen. Die 5 Aeq. Wasser des krystallirten Salzes entsprechen dem Gewichte nach 36 Proc.; 4 Aeq. davon entweichen leicht beim Erhitzen des Salzes, dessen Blau dabei in Weiss übergeht, das letzte Aequivalent Wasser ist fester gebunden. Der Kupfervitriol löst sich schon in 2 Thln. kochendem und in 4 Thln. kaltem Wasser auf.

Schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak ($\text{CuO, SO}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{HO}$). **Versuch.** Zu einer concentrirten Lösung von Kupfervitriol tropfe man Salmiakgeist: es entsteht, ähnlich wie durch Kali in 449, ein hellblauer Niederschlag, der jedoch hier aus basisch schwefelsaurem Kupferoxyd besteht und bei weiterem Zusatz von Ammoniak sich zu einer prachtvoll blauen Flüssigkeit auflöst. Ammoniak ist deshalb ein Reagens auf Kupfersalze. Auf die blaue Flüssigkeit wird die doppelte Menge von starkem Weingeist am Rande des Glases herabgegossen, so dass er auf der ersten schwimmen bleibt: man wird nach 24 Stunden eine Menge dunkelblauer Krystallnadeln im Glase wahrnehmen, die aus einer Verbindung von Kupfervitriol mit Ammoniak bestehen und schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak genannt werden. Durch Auflösen derselben in Wasser erhält man das sogenannte Blauwasser der Apotheken. Der Weingeist bewirkt dasselbe, was man sonst durch Einkochen erreicht, nämlich eine Entfernung des Wassers; er entzieht der blauen Flüssigkeit einen Theil ihres Wassers, und das Doppelsalz, welches in Weingeist unlöslich ist, wird ausgeschieden. Auf diese Weise kann man auch anderen Salzlösungen ihr Wasser entziehen, die beim Verdampfen des Wassers durch Wärme eine Zersetzung erleiden würden.

Salpetersaures Kupferoxyd ($\text{CuO, NO}_3 + 3\text{HO}$).

452. Kupfer und Salpetersäure. In Salpetersäure löst sich das Kupfer mit der grössten Leichtigkeit zu einer blauen Flüssigkeit auf (193); durch Hinstellen der Lösung an einen war-

men Ort setzen sich daraus blaue Krystalle von salpetersaurem Kupferoxyd ab, die leicht an der Luft zerfliessen. Der beim Auflösen des Kupfers wie der meisten anderen Metalle in Sal-



petersäure stattfindende Vorgang wird durch das beistehende Schema erläutert. Dass das dabei entweichende Stickoxydgas, so wie es an die Luft tritt, zu salpetriger Säure wird, ist bekannt. In der Glühhitze wird das salpetersaure Kupferoxyd vollständig zersetzt und es bleibt reines Kupferoxyd zurück, das man sich gewöhnlich auf diesem Wege darstellt.

Versuch. Man wickle einige Krystalle von salpetersaurem Kupferoxyd, mit einem Tropfen Wasser angefeuchtet, schnell in ein Blättchen von Stanniol ein und lege das zusammengedrückte Päckchen auf einen Stein: es wird bald unter Aufsprudeln Flamme und Rauch aus demselben hervorbrechen, weil das Zinn sich der Salpetersäure bemächtigt und durch deren Sauerstoff zu Zinnoxyd oxydiert wird.

Kohlensaures Kupferoxyd.

453. Halb-kohlensaures ($2\text{CuO, CO}_2 + \text{HO}$). *Versuch.* Zu einer warmen Lösung von Kupfervitriol setze man eine Lösung von kohlensaurem Natron: es entsteht ein hellblauer Niederschlag, der nach einiger Zeit eine grüne Farbe annimmt und eine dem natürlichen Grünspan ähnliche Zusammensetzung hat. Man benutzt ihn unter dem Namen Mineralgrün in der Oelmalerei. Den gleichen Namen führt aber auch das arsensaure Kupferoxyd. In Sibirien kommt dieselbe Verbindung in ganzen Lagern in der Erde vor und heisst dann Malachit. Aus ihr hauptsächlich wird das durch Reinheit ausgezeichnete russische Kopeken-Kupfer gewonnen; auch benutzt man die schön marmorirten Arten davon wie den Marmor zu Kunstsachen und zur Verzierung von Palästen etc.

Zweidrittel-kohlensaures ($3\text{CuO}, 2\text{CO}_2 + \text{HO}$). Diese Verbindung kommt in tiefblauen Krystallen in der Natur vor und führt den Namen Kupferlasur. Das fein gepulverte oder künstlich dargestellte Mineral heisst Bergblau und wird als Malerfarbe gebraucht, besonders in der Stubenmalerei, da seine Farbe durch den Kalk der Wände nicht verändert wird, wie die des Berlinerblau.

Neutrales kohlensaures Kupferoxyd, (CuO, CO_2), ist noch unbekannt; man kann jedoch Malachit als eine Verbindung davon mit gleichem Aequivalent Kupferoxydhydrat, und Kupferlasur mit $\frac{1}{2}$ Aeq. Kupferoxydhydrat ansehen.

Essigsaures Kupferoxyd oder Grünspan.

454. Basischer oder roher Grünspan. *Versuch.* Beprengt man eine Kupfermünze von Zeit zu Zeit mit Essig, so überzieht sie sich nach und nach mit Grünspan; dies ist aber eine andere Art von Grünspan als der in 449. erwähnte. Rostet Kupfer durch die Feuchtigkeit der Luft oder der Erde allein, so entsteht basisch kohlensaures Kupferoxyd, beim Rosten durch Essig aber basisch essigsaures Kupferoxyd, indem der Sauerstoff der feuchten Luft das Kupfer an der Oberfläche in Kupferoxydhydrat umwandelt und dieses sich theilweise mit Essigsäure verbindet. Die gebildete grüne Kruste liefert zusammengeknetet den in Kugeln oder Broden vorkommenden Grünspan des Handels, den man als Farbe und zur Bereitung von Farben etc. manigfach benutzt. Im Grossen bereitet man ihn entweder direct aus Kupfer und Essig (grüner oder deutscher Grünspan) oder indirect durch Einpacken von Kupferblech in Weintrester, wobei der in den ausgepressten Schalen oder Stielen der Trauben hängen gebliebene Saft allmälig in Essig übergeht (blauer oder französischer Grünspan).

Neutrales Salz oder krystallisirter Grünspan ($\text{CuO}, \text{A} + \text{HO}$). *Versuch.* Kocht man den Grünspan mit starkem Essig, so erhält man eine blaue Lösung von neutralem essigsaurem Kupferoxyd, aus der sich dieses Salz in dunkel blaugrünen Krystallen abscheidet, welche sich in Wasser ziemlich leicht lösen und bei längerem Aufbewahren durch einen grünen, pulverigen Ueberzug trübe werden.

Weitere Kupfersalze.

455. **Kupferchlorid** ($\text{CuCl} + 2\text{HO}$). *Versuch.* Wird Kupferasche mit Salzsäure erwärmt, so erhält man eine schön grüne Lösung und daraus durch Abdampfen und Abkühlen grüne, säulenförmige Krystalle von Kupferchlorid. Man bringe etwas davon in den Docht einer Weingeistlampe: es löst sich in Weingeist auf und färbt die Flamme grün. Eine wässerige Lösung wird bei stärkerer Verdünnung mit Wasser blau; man schreibe mit einer solchen verdünnten Lösung auf Papier: die Schrift wird nach dem Trocknen nicht zu erkennen sein, beim Erwärmen des Papiers aber mit gelber Farbe zum Vorschein kommen, indem sich gelbbraunes wasserfreies Chlorid erzeugt. Also ein ähnlicher Vorgang wie bei der sympathetischen Kobalttinte (420). Beim Verbrennen von Messingdraht in Chlorgas im Versuche 174 c. wurde ebenfalls Kupferchlorid gebildet. Das farblose, unlösliche Kupferchlorür (Cu_2Cl) ist dadurch bemerkenswerth, dass es an der Luft grün, im Sonnenlichte aber kupferfarben und metallisch glänzend wird.

Cyankupfer ist in dem braunrothen Niederschlage enthalten, welchen Blutlaugensalz in Kupferoxydsalzen hervorbringt.

Mit Phosphorsäure, Kieselsäure, Arsensäure und Oxalsäure giebt das Kupferoxyd unlösliche, blaue oder grüne Verbindungen, von denen mehre als seltene Mineralien kommen.

Arsensaures und arsenigsaures Kupferoxyd (Scheelsches und Schweinfurter Grün) siehe bei Arsen.

Kupfer und Schwefel.

456. **Einfach-Schwefelkupfer** (Sulfuret = CuS). *Versuch.* Zu der Lösung irgend eines Kupfersalzes wird Schwefelwasserstoffwasser, oder auch Schwefelammonium, gegossen: es erfolgt ein schwarzer Niederschlag von Schwefelkupfer (CuS). In höchst verdünnten Lösungen entsteht anfänglich nur eine braune Färbung der Flüssigkeit. In der Analyse wird das Kupfer auf diesem Wege aus seinen Lösungen abgeschieden und von anderen Elementen getrennt. Will man den Niederschlag auf nassem Wege weiter prüfen, so erhitzt man ihn, nachdem man ihn abfiltrirt und ausgewaschen, mit Wasser und einigen Tropfen Salpetersäure

oder Salzsäure: das Schwefelkupfer wird zerlegt und aufgelöst, indem sich salpetersaures Kupferoxyd oder Kupferchlorid bildet und der Schwefel abscheidet. Es ist dies eine allgemeine Methode, um die durch Schwefelwasserstoffwasser oder Schwefelammonium erzeugten unlöslichen Schwefelmetalle wieder in auflösliche Salze umzuwandeln.

Halb-Schwefelkupfer (Subsulfuret = Cu_2S). Entsteht leicht aus dem vorigen, wenn man es gelinde erhitzt, indem die Hälfte des Schwefels davon weggeht. Dieselbe Verbindung wurde schon früher als eine schwarzgraue, krystallinische Masse direct aus Schwefelgas und Kupfer gewonnen (143). In der Natur findet sie sich als Kupferglanz. Häufiger noch tritt hier der messinggelbe, metallglänzende Kupferkies und das braunrothe, oft blau angelaufene Buntkupfererz auf, welche aus Schwefelkupfer und Schwefeleisen bestehen. In dem schwarzen Kupferschiefer (Mansfeld) sind diese beiden Schwefelmetalle mit bituminösem Thon und Kalk, im Fahlerz mit Schwefelzink, Schwefelarsen, Schwefelsilber u. a. m. gemengt.

Darstellung von Kupfer.

457. Aus schwefelhaltigen Erzen. In Deutschland kommen nur die in voriger Nummer namentlich aufgeführten fünf Schwefelverbindungen des Kupfers, am häufigsten der Kupferkies, in solcher Menge vor, dass man sie zur Gewinnung dieses Metalls benutzen kann. Die Aufgabe für den Hüttenmann ist hier eine weit schwierigere als bei der Verhüttung sauerstoffhaltiger Erze, denn es müssen nicht nur grosse Mengen von Schwefel, sondern auch von Eisen weggeschafft werden, ehe der Reductions- und Schmelzprocess des Kupfers stattfinden kann. Man löst diese Aufgabe: 1) durch Rösten an der Luft, wobei das Kupfer sich in Kupferoxyd, das Eisen in Eisenoxyduloxyd, der Schwefel in schweflige Säure verwandelt; 2) durch Niederschmelzen des gerösteten Erzes mit Kohle und Quarz, wobei aus dem Kupferoxyd und der Kohle Kupfermetall und Kohlenoxydgas, aus dem Eisenoxydul und dem Quarz aber kieselsaures Eisenoxydul (Eisenglas oder Schlacke) gebildet werden. Was hier so einfach erscheint, erfolgt aber in der Wirklichkeit so schwierig, dass oft ein 10- bis 20maliges abwechselndes Rösten und Schmelzen dazu gehört, um alles Eisen und allen Schwefel zu entfernen.

Die geschmolzene Masse, die man erhält, wenn ungefähr die Hälfte Eisen und Schwefel abgeschieden ist, wird Kupferstein genannt; Schwarzkupfer aber dann, wenn sie von diesen beiden Stoffen nur noch ungefähr 5 Proc. enthält. Das Schwarzkupfer wird durch längeres Schmelzen an der Luft, wobei sich Eisen, Schwefel und die etwa ausserdem vorhandenen fremden Metalle, z. B. Blei und Antimon, eher oxydiren als das Kupfer, vollends gereinigt oder gar gemacht. Ist das Schwarzkupfer silber- und goldhaltig, so wird es noch dem Saigerungs- oder dem Affinirprocesse unterworfen (480. 486.).

Aus oxydischen Erzen. Ungleich leichter ist das Ausschmelzen aus denjenigen Kupfererzen, die statt mit Schwefel mit Sauerstoff verbunden sind, z. B. aus Rothkupfererz, Malachit etc. Diese werden in einem Schachtofen mit Kohle und einem Zuschlage, der mit der Gangart leichtflüssige Schlacke erzeugt, verschmolzen. Solche Erze kommen aber lange nicht häufig genug in der Natur vor, um daraus so viel Kupfer zu gewinnen, als man braucht.

Reductionsprobe. *Versuch.* Man verreibe einige Krümel von Kupfervitriol, Soda und Kohle mit einander, erhitze das Gemenge einige Minuten lang stark mit dem Löthrohre auf Kohle, und schlämme dann die zerriebene schwarze Masse mit Wasser: auf dem Boden des Gefäßes werden zahllose kleine Flitterchen von metallischem Kupfer übrig bleiben. Die Soda entzieht dem Kupfervitriol seine Schwefelsäure, die Kohle dem Kupferoxyd seinen Sauerstoff. Selbst sehr kleine Mengen von Kupfer lassen sich auf diese Weise erkennen.

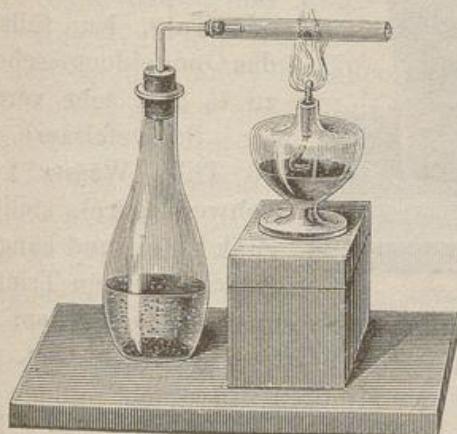
Nasse Reductionsproben.

458. Reduction durch Zink. *Versuch.* Werden in einem Porcellanschälchen 20 Grm. Kupfervitriol mit 60 Grm. Wasser zum Sieden erhitzt und dann noch einige Minuten lang mit etwas granulirtem Zink gekocht, so scheidet sich gleichfalls metallisches Kupfer, und zwar in Pulverform aus, da das Zink eine grössere Affinität zum Sauerstoff und zur Schwefelsäure hat als das Kupfer. Aus CuO , SO_3 und Zn werden ZnO , SO_3 und Cu . Das erhaltene Pulver wird abgewaschen und dann noch mit Wasser und einigen Tropfen Schwefelsäure ausgekocht, um alles Zink

zu entfernen. Das Trocknen desselben muss rasch, aber nicht bei starker Wärme vorgenommen werden, da das Kupfer in dieser feinzertheilten Gestalt den Sauerstoff begieriger anzieht, als wenn es compacte Massen bildet.

459. Reduction durch Wasserstoff. Versuch. Man

Fig. 152.



schütte etwas Kupferoxydhydrat in ein Probergläschen, dessen Boden durchbrochen ist, erwärme es und leite dann Wasserstoffgas, welches aus Zink und verdünnter Schwefelsäure entwickelt wird, darüber hinweg: der Wasserstoff entzieht in der Hitze dem Kupferoxyd seinen Sauerstoff und bildet damit Wasser, welches gemeinschaftlich mit

dem Hydratwasser entweicht. Diese Methode benutzt man häufig, um im Kleinen Metallreductionen vorzunehmen.

460. Reduction durch Galvanismus. Versuch. Man stossse mit einer eisernen Stange so stark in ein grösseres Opendoeglas, dass der Boden desselben abspringt, stumpfe die scharfen Ränder der entstandenen Oeffnung mit einer Feile ab und überbinde die ursprüngliche Oeffnung des Glases mit angefeuchterter Blase. Um das Glas wird ein Draht gelegt, den man so fest zusammendreht, dass er genau an dem Glase anschliesst

Fig. 153.

(Fig. 153) und zugleich auf zwei oder drei Seiten Handhaben bildet, mittelst deren dasselbe in ein Trinkglas gehangen werden kann.

Ausserdem lasse man sich einen fingerbreiten und 5 Zoll langen Streifen von starkem Zinkblech mit einem 10 Zoll langen Streifen von dünnem Kupferblech zusammenlöthen und biege das erhaltene Blechband so,



wie es Fig. 155 angiebt. Auf den unteren, horizontalen Theil des Kupferstreifens legt man eine Münze, z. B. einen blanken Thaler oder einen anderen Gegenstand von Metall, von dem man

Fig. 154.

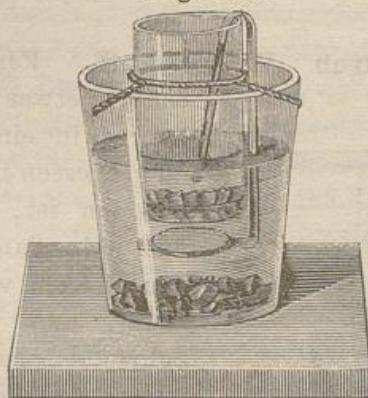


Fig. 155.



einen Kupferabdruck haben will. Da, wo sich kein Kupfer ansetzen soll, überzieht man Münze und Blech mit etwas Wachs oder Talg. Nun füllt man das Opodeldoegläschen bis zu $\frac{3}{4}$ mit sehr verdünnter Schwefelsäure (auf 16 Thle. Wasser 1 Thl. Schwefelsäure), stellt das Zink hinein und hängt den

Apparat in ein Trinkglas,

in das man gesättigte Kupfervitriollösung und ausserdem noch einige ganze Krystalle von Kupfervitriol gebracht hat. Die Münze wird schon nach einigen Minuten mit einem dünnen Häutchen von metallischem Kupfer bedeckt sein, nach einigen Tagen aber mit einer mehrere Linien dicken Schicht, die man als ein zusammenhängendes Ganze abnehmen kann. Der erhaltene vertiefte Abdruck kann auf gleiche Weise wieder statt der Münze als Form benutzt werden, um einen erhabenen Abdruck zu gewinnen. Hat die Gasentwickelung in dem Opodeldoegläschen aufgehört, so setzt man einige Tropfen starke Schwefelsäure unter Umrühren hinzu, oder ersetzt die Flüssigkeit, die schwefelsaures Zinkoxyd aufgelöst enthält, durch frische verdünnte Schwefelsäure. Statt der Schwefelsäure kann auch Salzwasser angewendet werden, nur erfolgt dann die Kupferausscheidung langsamer.

Was hier die Zersetzung des Kupfervitriols bewirkt, das ist der galvanische Strom, der sich immer erzeugt, wenn verschiedeneartige Metalle sich berühren oder in verschiedene Flüssigkeiten getaucht werden. Die Blase ist ein poröser Körper, durch welchen die galvanische Strömung durchzugehen vermag. Der Galvanismus vertritt also hier die Stelle des bildenden Künstlers, daher der Name Galvanoplastik. Auf ähnliche Weise wird auch eine Gold- oder Silberlösung zerlegt (galvanische Vergoldung und Versilberung)

Kupferlegirungen.

461. Das Kupfer bildet mit mehren anderen Metallen sehr wichtige Legirungen.

Gold und Kupfer geben zusammen das gewöhnliche Gold, Silber und Kupfer das gewöhnliche Silber, woraus die Gold- und Silberwaaren und Münzen gemacht werden.

Aus Zink und Kupfer besteht das bekannte Messing und andere goldähnliche Metallcompositionen, als: Tombak, Similor, Neugold, Prinzmetall, Rothguss etc. In ihnen steigt der Kupfergehalt von 50 bis 80 Proc. Zur Statuenbronze kommen noch einige Procent Zinn. Durch Ausschlagen des Tombaks zu ganz feinen Blättchen erhält man das unächte Blattgold (Goldschaum); durch Zertheilung dieses Blattgoldes zu einem zarten Staube die sogenannte Goldbronze für den Buch- und Steindruck. Wird das goldfarbene Bronzepulver gelind erhitzt, bis es purpurroth angelaufen ist, so entsteht daraus die Purpur- oder Kupferbronze. Eine sehr feste Legirung aus Zink, Kupfer und Eisen, Aichmetall genannt, findet neuerdings bei dem Schiffsbau nützliche Anwendung.

Zink, Nickel und Kupfer bilden die Bestandtheile des Neusilbers (Packfong oder Argentan).

Zinn und Kupfer geben eine sehr harte graue Legirung, aus der man Bildsäulen, Kanonen, Glocken, Spiegel u. a. m. giesst (Bronze [alte], Kanonenmetall, Glockenspeise, Spiegelmetall).

Aus Aluminium und Kupfer bereitet man die schön gelbe Aluminiumbronze, die jetzt vielfach zu Schmucksachen verwendet wird.

Quecksilber, *Hydrargyrum* (Hg).

(Acq.-Gew. = 100. — Specif. Gew. = 13,6.)

— Schon im Alterthume bekannt. —

462. In dem Quecksilber haben wir das einzige Metall, welches bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist; dies und sein silberähnlicher Glanz sind Ursache, warum es *Hydrargyrum*

(Wassersilber oder flüssiges Silber) genannt wurde. Nur in höchst feinzertheiltem Zustande nimmt es die Form eines grauen Pulvers an. Seine Beweglichkeit gab später Veranlassung, es dem beweglichsten der alten Götter, dem Mercur, zu widmen und ihm mit dessen Namen zugleich das Zeichen $\text{\textcircled{M}}$ zu verleihen. Die Namen: *Mercurius vivus* (lebendiges Quecksilber) für metallisches Quecksilber, *Mercurius dulcis* (mildes Quecksilber) für Quecksilberchlorür, *Mercurius corrosivus* (ätzendes Quecksilber) für Quecksilberchlorid, und Mercurialpräparate für Quecksilberverbindungen etc. werden noch jetzt, besonders in der Medicin, häufig gebraucht. In dem nördlichen Sibirien wird das Quecksilber in jedem Winter fest, so wie die Kälte — 40°C . oder 32°R . erreicht; bei uns aber erzwingen wir dies nur durch künstliche Frostmischungen. Hiermit steht auch sein Verhalten in der Hitze im Einklange: es kocht nämlich schon bei 360°C . (also nur $3\frac{1}{2}$ mal schwerer als Wasser) und ist daher leicht zu verflüchtigen und zu destilliren; sein Dampf ist 7mal schwerer als der des Wassers. Mit Blei, Zinn oder Wismuth verunreinigtes Quecksilber hinterlässt jene hierbei als Rückstand. Durch das im Vergleich zu Wasser schwere Gefrieren und schwere Kochen des Quecksilbers, wie durch sein grosses specifisches Gewicht, wird dieses Metall zu einem vortrefflichen Material zur Bereitung von Thermometern, Barometern und Aräometern. Bei den Aräometern oder Senkwagen hat es hauptsächlich die Bestimmung, den Schwerpunkt dieser Instrumente nach unten zu ziehen, um sie dadurch zu zwingen, in senkrechter Lage zu schwimmen. Bei weniger genauen Senkwagen vertritt oft Bleischrot die Stelle des Quecksilbers.

Verdunstung und Giftigkeit des Quecksilbers.
Versuch. In den Kork eines Quecksilbergefäßes stecke man ein Hölzchen, woran man unten etwas ächtes Blattgold gedrückt hat: das Gold wird nach einigen Tagen eine weisse Farbe angenommen haben und in eine Legirung von Gold und Quecksilber umgewandelt sein. Man ersieht hieraus, dass in der Luft des Gefäßes Quecksilberdampf enthalten sein muss und dass das Quecksilber, ähnlich dem Wasser, schon bei gewöhnlicher Temperatur langsam verdampfen kann. Quecksilberdampf, wie Quecksilberpräparate überhaupt, sind sehr schädlich, sie bewirken erst ein unfreiwilliges Zusammenfliessen und Stinkend-

werden des Speichels (Speichelfluss) und später langwierige, gefährliche Krankheiten; man muss daher nicht nur das Einathmen der Dämpfe bei den Versuchen mit Quecksilber vermeiden, sondern auch das Abwägen und Umfüllen desselben über einer Schüssel vornehmen, damit das etwa daneben laufende nicht in die Stube falle. In Schlaf- und Wohnzimmern sollte man nur Weingeistthermometer aufhängen, weil Quecksilberthermometer beim etwaigen Zerbrechen die Zimmer mit Quecksilber verunreinigen, welches sich in den Fugen der Dielen versteckt und nur äusserst schwierig wieder daraus entfernt werden kann. Gleiches gilt von den Gewächshäusern, da Quecksilberdampf auch für Pflanzen ein Gift ist.

Quecksilber und Säuren.

463. In Luft und Wasser behält das Quecksilber, wenn es rein ist, seinen metallischen Glanz, man rechnet es aus diesem Grunde zu den edlen Metallen; ist es aber durch fremde Metalle verunreinigt oder verfälscht, so überzieht es sich allmälig mit einer grauen Haut. Wegen dieser geringen Verwandtschaft der edlen Metalle zum Sauerstoff lassen sich die Oxyde derselben nicht direct durch Auslegen an die Luft oder durch Glühen darstellen, sondern nur indirect, am besten durch Behandlung mit Säuren. Das kräftigste Lösungsmittel für Quecksilber ist Salpetersäure, das billigste concentrirte Schwefelsäure. Von Salzsäure wird es nicht aufgelöst. Da das Quecksilber mit Sauerstoff ein Oxydul und ein Oxyd bildet, so liefert es zwei Reihen von Salzen: Oxydul- und Oxydsalze. Alle werden in der Hitze zersetzt oder verflüchtigt und geben beim Glühen mit Soda in einem engen Probirgläschen im oberen Theile des letzteren einen Beschlag von Metallkügelchen.

Salpetersaures Quecksilberoxydul ($Hg_2O \cdot NO_5 + 2HO$).

464. *Versuch.* Man übergiesse in einem Porcellanschälchen 40 Grm. Quecksilber mit 5 Grm. Wasser und 20 Grm. Salpetersäure und stelle das Gefäss einige Tage bedeckt bei Seite: man wird nach dieser Zeit das Quecksilber mit farblosen Kry stallen bedeckt finden; diese sind salpetersaures Quecksilber-

Stöckhardt, die Schule der Chemie.

oxydul. In der Kälte und bei Ueberschuss von Metall nehmen 2 Aeq. Quecksilber nur 1 Aeq. Sauerstoff von der Salpetersäure auf. Ein Theil der Krystalle wird in wenig Wasser unter Erwärmen gelöst: man erhält eine klare Lösung. Von dieser giesse man etwas zu einer grösseren Menge Wasser: es entsteht eine milchige Trübung und mit der Zeit lagert sich ein schwefelgelbes Pulver am Boden ab, basisches oder halbsaures salpetersaures Quecksilberoxydul, während ein saures Salz gelöst bleibt. Die Zersetzung erfolgt in der Weise, welche durch die Querlinie der nachstehenden Formel angedeutet wird. Setzt man der con-

Saures Salz,		löslich.
Hg ₂ O		NO ₅
Hg ₂ O		NO ₅
Hg ₂ O		NO ₅
Basisches Salz,		unlöslich.

centrirten Lösung einige Tropfen Salpetersäure zu, so behält sie bei der nachherigen Vermischung mit Wasser ihre Klarheit. Diese Lösung dient zur Bereitung von Quecksilberoxydul und Quecksilberchlorür.

Quecksilberoxydul (Hg₂O).

465. Versuch. Zu einem Theile dieser Flüssigkeit wird Kalilösung gebracht: es entsteht lösliches salpetersaures Kali und ein schwarzer Niederschlag von unlöslichem Quecksilberoxydul. Ausgewaschen und getrocknet stellt dieses ein schweres Pulver dar, welches schon durch längeres Reiben in einem Mörser, wie durch das Tageslicht in Metall und Oxyd zerlegt wird, deshalb ist es in einem undurchsichtigen Glase aufzubewahren. Das in den Apotheken vorkommende schwarze Quecksilberoxydul ist eine Amidverbindung (470). Die Quecksilberoxydulsalze sind meist farblos und werden durch Salzsäure weiss niedergeschlagen.

Quecksilberchlorür oder Calomel (Hg₂Cl).

466. Versuch. Ein Theil der verdünnten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul wird mit Salzsäure oder Koch-

salzlösung versetzt: es bildet sich ein schwerer, weisser Niederschlag von Quecksilberchlorür, der ganz unlöslich in Wasser ist. Gut ausgewaschen und getrocknet, bildet dieses Quecksilbersalz das unter dem Namen *Mercurius dulcis* oder *Calomel* (präcipitirter) bekannte, hochwichtige Arzneimittel. Befeuchtet man etwas davon mit Kali oder Kalkwasser, so wird es schwarz, weil das Quecksilberoxydul in Freiheit gesetzt wird; hieraus erklärt sich der griechische Name *Calomel* (*kalos* heisst schön, *melas* schwarz). Auch diese Verbindung wird langsam durchs Licht zerlegt. Auf trocknem Wege erhält man Quecksilberchlorür, wenn man Quecksilberchlorid und Quecksilber zusammenreibt und das Gemenge der Sublimation unterwirft (sublimirter Calomel). Aus $HgCl$ und Hg entsteht dabei Hg_2Cl , eine schwere, krystallinische, weisse Masse, welche man pulverisiert und vielmals mit heissem Wasser auskocht. Das so erhaltene Pulver hat einen Stich ins Gelbliche.

Salpetersaures Quecksilberoxyd (HgO, NO_5).

467. Versuch. Man löse in einem Kochfläschchen etwas Quecksilber unter gelinder Erwärmung in Salpetersäure auf und lasse nach erfolgter Auflösung die Flüssigkeit einige Minuten lebhaft kochen. Beim Kochen verbindet sich das Quecksilber mit noch einmal so viel Sauerstoff als in der Kälte, und man erhält demnach salpetersaures Quecksilberoxyd, welches nur schwierig krystallisiert. Die Lösung giebt mit Kali einen gelbrothen, mit Kochsalz aber keinen Niederschlag; sie dient zur Bereitung von Quecksilberoxyd und zu folgenden Versuchen.

Verhalten gegen Kupfer. **Versuch.** Wird ein Tropfen der Quecksilberlösung auf einer Kupfermünze verrieben, so scheidet sich das Quecksilber metallisch aus und bewirkt eine falsche Versilberung des Kupfers.

Erkennung von Quecksilber. **Versuch.** Zieht man mit einem in die Quecksilberlösung getauchten Hölzchen einen Strich quer über ein Messingblech und biegt man dasselbe nachher an dieser Stelle, so bricht es ab, als ob es durchschnitten wäre, weil das reducirete Quecksilber mit grosser Schnelligkeit in das Messing eindringt und es brüchig macht. Für die Gürtler kann diese Lösung sonach die Stelle einer Scheere vertreten.

Quecksilberoxyd oder rother Präcipitat (HgO).

468. *Versuch.* Man vermische die in voriger Nummer darstellte Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd mit Kali lauge: es bildet sich ein röthlich gelber Niederschlag von amorphem Quecksilberoxyd. Kalkwasser bewirkt in Quecksilberoxydlösungen dieselbe Fällung. So bereitet man aus Sublimatlösung (469) und Kalkwasser das als äusserliches Mittel benutzte „*Aqua phagedaenica*“ der Apotheken. Krystallinisch und von rother Farbe erhält man das Quecksilberoxyd bei der fabrik-mässigen Darstellung, indem man das trockne salpetersaure Quecksilberoxyd so lange erhitzt, bis keine Dämpfe mehr fortgehen; die Salpetersäure entweicht, zum Theil zu salpetriger Säure zersetzt, das Quecksilberoxyd bleibt übrig. Seine rothe Farbe erscheint aber erst beim Erkalten; so lange es heiss ist, sieht es schwarz aus. Bei zu starker Hitze würde es in Sauerstoff und Quecksilbermetall zersetzt werden (57). Präparirt oder fein gerieben stellt es ein rothgelbes Pulver dar, welches unter dem Namen rother Präcipitat, insbesondere mit Fett verrieben als Augensalbe, medicinisch benutzt wird.

Quecksilberchlorid oder Aetzsulphid (HgCl).

469. Erwärmst man etwas Quecksilberoxyd mit Salzsäure und tropft von der letzteren erforderlichen Falls so lange hinzu, bis eine vollständige Auflösung erfolgt ist, so erhält man eine Lösung von Quecksilberchlorid, welches letztere sich beim Erkalten in weissen rhombischen Säulen ausscheidet. Im Grossen gewinnt man es durch Sublimation von schwefelsaurem Quecksilberoxyd mit Kochsalz in weissen, durchscheinenden, schweren Massen, daher der bekannteste Name Quecksilber- oder Aetzsulphid (*Mercurius sublimatus corrosivus*), für daselbe. Es ist eins der heftigsten Gifte. Wasser (18 Thle.), zumal kochendes (3 Thle.), wie auch Weingeist lösen es leicht auf. Calomel, mit Kali befeuchtet, wird schwarz (Ausscheidung von Oxydul), Aetzsulphid wird dadurch gelbroth (Ausscheidung von Oxyd). Die giftigen Substanzen haben gewöhnlich die Fähigkeit, Pflanzen- und Thierstoffe vor der Fäulniss zu schützen; in hohem

Grade besitzt auch das Quecksilberchlorid diese Kraft. So tränkt man das Holz zum Schiffsbau und zu Eisenbahnschwellen mit einer Auflösung davon in Wasser (Kyanisiren), so zieht man die Pflanzen der Herbarien durch eine Auflösung davon in Weingeist etc. Man darf dabei nur nicht vergessen, dass diese Sachen dadurch selbst zu Giften werden. Bei Vergiftungsfällen müssen schleunig grosse Quantitäten von Eiweiss genossen werden, welches mit dem Quecksilberchlorid eine unlösliche Verbindung bildet.

Quecksilbersalze und Ammoniak.

470. Ein von dem Kali sehr abweichendes Verhalten gegen die Quecksilbersalze zeigt das Ammoniak. Statt Oxydul oder Oxyd daraus niederzuschlagen, giebt es 1 Aeq. Wasserstoff an den Sauerstoff der Oxyde ab und wird zu Amid (322), welches sich mit dem Quecksilber verbindet, während das erzeugte Quecksilberamid darauf mit einem Theile des betreffenden Quecksilbersalzes in Verbindung tritt. Die folgenden zwei unlöslichen Verbindungen dieser Art werden als Arzneimittel benutzt.

Hahnemann'sches Quecksilberoxydul ($Hg_2NH_2 + Hg_2O, NO_5$), wird erhalten, wenn man zur Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul (464) vorsichtig verdünnten Salmiakgeist setzt, so lange der Niederschlag rein schwarz erscheint; bei weiterem Zusatz nimmt er eine graue Farbe an.

Weisser Präcipitat ($HgNH_2 + HgCl$) fällt aus der Sublimatlösung als ein weisses Pulver nieder, wenn man dieselbe mit Salmiakgeist vermischt. Dieses und das vorhergehende Präparat erfahren schon durch das Licht eine Zerlegung und sind daher gegen dessen Einwirkung geschützt aufzubewahren.

Weitere Quecksilbersalze.

471. Von den weiteren Quecksilbersalzen mögen hier noch folgende kurz erwähnt werden:

Quecksilberjodür (Hg_2J), ist ein grüngelbes Pulver, welches man entweder durch Zusammenreiben von Quecksilber und Jod oder durch Fällung eines gelösten Quecksilberoxydulsalzes

mit Jodkalium darstellt. Wird, wie das folgende, in der Heilkunde benutzt.

Quecksilberjodid (HgJ), ein scharlachrothes Pulver, lässt sich auf gleiche Weise bereiten wie das Jodür, unter Anwendung einer grösseren Jodmenge, oder durch Fällung einer Oxyd- oder Chloridlösung mit Jodkalium. Es sublimirt beim Erhitzen in gelben, rhombischen Krystallen, die bei der Berührung mit einem festen Körper alsbald wieder roth werden und eine andere Krystallgestalt annehmen (dimorph).

Rhodanquecksilber oder Schwefelcyanquecksilber, ein weisses Pulver, glimmt beim Erhitzen langsam weiter und schwillt dabei zu wunderlichen, gewundenen Figuren auf (Pharao's Schlangen).

Knallsaures Quecksilberoxyd, krystallisiert in weissen, unlöslichen Nadeln und stellt das höchst gefährliche, durch Schlag oder Erhitzen aufs Heftigste explodirende Knallquecksilber dar, dessen man sich zur Bereitung der Zündhütchen und Zündspiegel bedient. Dabei zerfällt es in einem Momente in Stickstoff, Kohlenoxyd und Quecksilberdampf.

Quecksilber und Schwefel.

472. Schwefelquecksilber (HgS). *Versuch.* Schüttelt man eine Quecksilberchloridlösung mit wenig Schwefelwasserstoffwasser oder Schwefelwasserstoffammoniak, so entsteht ein weisser Niederschlag, der durch mehr Zusatz von letzterem gelbbraun und endlich schwarz wird; der schwarze Körper ist Schwefelquecksilber (Sulfuret). Man bekommt diese Verbindung auch durch Vermischen von Quecksilber mit geschmolzenem Schwefel, ja selbst durch tagelanges Reiben von Quecksilber mit Schwefelblumen (*Aethiops*). Wird dieses schwarze Schwefelquecksilber in einem Glase sublimirt, so erhält man eine schwarzrothe krystallinische Masse, deren Farbe durch Reiben in das herrlichste Scharlachroth übergeht. In diesem Zustande wird das Schwefelquecksilber Zinnober genannt. Das rothe und schwarze Schwefelquecksilber haben genau eine und dieselbe Zusammensetzung, und doch ein so himmelweit von einander verschiedenes Ansehen; sie sind eins der schönsten Beispiele von isomerischen Verbindun-

gen. Im rothen wie im schwarzen Schwefelquecksilber sind immer 1 Aeq. Schwefel mit 1 Aeq. Quecksilber oder 1 Grm. Schwefel mit $6\frac{1}{4}$ Grm. Quecksilber verbunden. In den Fabriken bereitet man den Zinnober oft auch auf nassem Wege aus Quecksilber, Schwefel und Kalilauge, die man tagelang mit einander schüttelt. Ist der Zinnober rein, so verflüchtigt er sich auf einer glühenden Kohle mit blauer Schwefelflamme vollständig; bleiben hierbei Bleikörnchen zurück, so war er mit Mennige verfälscht. Wegen seiner Unlöslichkeit ist er der Gesundheit weit weniger nachtheilig, als die übrigen Quecksilberverbindungen.

Der Zinnober findet sich auch fertig gebildet in der Natur, und wir haben in ihm das wichtigste, am reichlichsten in Spanien vorkommende Erz, aus dem wir das Quecksilber im Grossen gewinnen. Ausserdem finden sich auch in manchen porösen Steinen kleine Kugelchen von gediegenem Quecksilber.

Dem Oxydul entspricht das schwarze Subsulfuret = Hg_2S .

Darstellung des Quecksilbers.

473. Versuch. Man menge eine Messerspitze Zinnober mit einer halben Messerspitze Eisenpulver und erhitze das Gemenge in einem trocknen Probergläschen: es werden sich bald an dem oberen, kälteren Theile des Gläschen Kugelchen von Quecksilber ansetzen, während der Schwefel mit dem Eisen verbunden zurückbleibt. Auf ähnliche Weise gewinnt man das Quecksilber aus dem natürlichen Zinnober durch Destillation desselben mit Eisen (oder Kalk) aus grossen eisernen Retorten; die fremdartigen erdigen Beimengungen bleiben in den letzteren zurück. Zur Versendung dieser schweren Flüssigkeit wendet man entweder Lederbeutel, eiserne Flaschen oder ausgehöhltes Bambusrohr an.

Nasse Reductionsprobe.

474. Durch Kupfer, Eisen und Zink wird das Quecksilber aus den Lösungen seiner Salze regulinisch abgeschieden. Gleiches geschieht auch durch Zinnchlorür in Folge der grossen Neigung dieses Salzes, noch mehr Chlor (oder Sauerstoff) aufzunehmen.

Versuch. Zu einer verdünnten Lösung von Aetzsulphat bringe man etwas Zinnchlorür (Zinnsalz) und erwärme die Mi-

schung: es entsteht ein weisser Niederschlag, der nach und nach eine graue Farbe annimmt; das Zinnsalz reducirt das Quecksilberchlorid erst zu Chlorür oder Calomel, schliesslich zu Metall. Das graue Pulver ist höchst fein zertheiltes Quecksilber. Kocht man dasselbe, nachdem das Flüssige abgegossen ist, mit Salzsäure, so geht das Pulver endlich zu Kügelchen zusammen. Dieses Verfahren wird in der Analyse als ein Erkennungsmittel der Quecksilbersalze benutzt.

Quecksilberlegirungen oder Amalgame.

475. *Versuch.* Auf eine Quecksilberkugel lege man in einem Porcellanschälchen ein Stückchen Blei und lasse es damit einige Zeit in Berührung: beide Metalle werden sich vollständig mit einander vereinigen; bei wenig Quecksilber erhält man eine bröckliche Masse, bei mehr einen Brei, bei noch mehr eine flüssige Auflösung. Das Quecksilber kann sich auf ähnliche Weise mit den meisten Metallen verbinden: solche Legirungen haben den Namen Amalgame erhalten. Besonders wichtig ist das Zinnamalgam, weil wir es anwenden, um damit Glasscheiben undurchsichtig zu machen, so dass die auf dieselben fallenden Lichtstrahlen von dem glänzenden Amalgamüberzuge wieder zurückgeworfen werden. Wir nennen solche Gläser dann Spiegel. Eisen amalgamirt sich auf directem Wege nicht mit Quecksilber. Natriumamalgam wird in der analytischen Chemie als ein höchst kräftiges Reduktionsmittel benutzt.

Silber, *Argentum* (Ag).

(Aeq.-Gew. = 108. — Specif. Gew. = 10,5.)

— Seit den ältesten Zeiten bekannt. —

476. Am Silber kann man recht deutlich sehen, was man unter einem edlen Metalle versteht. Wir können einen Thaler von reinem Silber an der Luft liegen lassen, in das Wasser werfen oder in die Erde vergraben: er rostet nicht; wir können ihn in die grösste Hitze bringen: er ändert wohl seine Form und schmilzt (bei ungefähr 1000° C.), aber er oxydirt sich nicht,

er verflüchtigt sich nicht. Silbertiegel dienen bei chemischen Arbeiten zum Schmelzen von Aetzkali, Aetznatron und Salpeter, da sie von diesen selbst in der Rothglühhitze nicht angegriffen werden. Kieselhaltige Substanzen dürfen aber nicht darin geschmolzen werden.

Nächst dieser Unveränderlichkeit hat das Silber auch einen höheren Werth als die meisten anderen Metalle, weil seine Erze nicht sehr häufig in der Erde vorkommen und deren Gewinnung kostspieliger ist als die der anderen Erze. Ein Pfund Silber hat ungefähr einen Werth von 25 Thalern. Diese zwei Umstände sind es vorzugsweise, weshalb man das Silber, und in noch höherem Maasse das Gold, als allgemeine Tausch- und Ausgleichungsmittel bei Kauf und Verkauf, weshalb man beide als Geld benutzt. Der herrliche Glanz des Silbers und seine ausserordentliche Dehnbarkeit haben es ausserdem ebenso beliebt als geeignet gemacht, um Luxusgegenstände aller Art daraus darzustellen und andere Metalle damit zu überkleiden. Der alte Name für Silber ist Luna (⟨⟨)). Mit Sauerstoff giebt das Silber ein schwarzes Oxydul (Ag_2O), ein braunschwarzes Oxyd (AgO) und ein schwarzes Superoxyd (AgO_2).

Salpetersaures Silberoxyd (AgO, NO_5).

477. Um das Silber zu oxydiren, muss man es mit starken Säuren behandeln. Concentrirté Schwefelsäure löst es unter Entwicklung von schwefriger Säure beim Erhitzen auf. Das weisse, krystallinische schwefelsaure Silberoxyd ist schwer löslich. Salpetersäure löst es schon bei gewöhnlicher Temperatur auf und giebt ein leicht lösliches Oxydsalz. Bei den nachfolgenden Versuchen hat man sich zu hüten, Silberlösung an die Finger zu bringen, da die Haut durch sie schwarz gebeizt wird. Lösliche Silbersalze schmecken metallisch und sind giftig.

Bereitung. *Versuch a.* Man übergiesse eine Silbermünze in einem Becherglase mit Salpetersäure und stelle das Glas an einen warmen Ort; ist nach einem Tage nicht alles gelöst, so setzt man noch etwas Salpetersäure hinzu und wartet, bis die Lösung, während deren sich Stickstoffoxyd entbindet, erfolgt ist. Die blaue Lösung enthält Silberoxyd und Kupferoxyd, beide mit Salpetersäure verbunden. Um diese beiden Metalle von einander

zu trennen, wirft man einige blankgescheuerte Kupfermünzen in die Flüssigkeit und lässt die letztere einige Tage an einem warmen Orte stehen, indem man sie dann und wann einmal umschwenkt. Die ausgeschiedenen Blättchen sind reines Silber, welches man so lange mit Salmiakgeist digerirt, bis dieser nicht mehr blau gefärbt wird. Das ausgewaschene und getrocknete Silber löst man nun zum zweiten Male in Salpetersäure, und hebt die Flüssigkeit, mit etwas Wasser verdünnt, als Silberlösung auf.

Höllenstein. Beim Abdampfen derselben erhält man das salpetersaure Silberoxyd in weissen Tafeln krystallisiert. Schmilzt man diese und giesst sie dann in Messingformen zu Stängelchen aus, so wird daraus der als Beizmittel gegen wildes Fleisch und Warzen bekannte Höllenstein (geschmolzenes salpetersaures Silberoxyd). Wie dieser die Haut angreift und schwarz färbt, so geschieht dies auch mit anderen organischen Stoffen; man benutzt deswegen den Höllenstein nicht selten zum Schwarzfärben von Haaren, Knochen und Elfenbein, z. B. bei Schachfiguren u. s. w. Durch zu langes Schmelzen oder durch Lichteinwirkung wird derselbe grau und endlich schwarz, indem sich Silberoxyd ausscheidet. Auch zum Zeichnen der Wäsche lässt sich salpetersaures Silberoxyd sehr gut benutzen; seine Hauptverwendung findet es jetzt in der Photographie.

Reduction. *Versuch b.* Man lege ein linsengrosses Stück Höllenstein auf Kohle und erhitze es vor dem Löthrohre: es entsteht eine Verpuffung und mattes, metallisches Silber bleibt zurück, das bei stärkerer Erhitzung leicht zu einer glänzenden Kugel zusammenschmilzt.

Silberoxyd. *Versuch c.* Zu einer Auflösung von Höllenstein tröpfle man Kalilauge: der braunschwarze Niederschlag ist Silberoxyd (AgO). Mit Ammoniak verwandelt dasselbe sich in Stickstoffsilber oder Knallsilber, einem durch Stoss oder Reibung aufs Heftigste explodirenden Körper. Eine zweite, nicht minder gefährliche Art von Knallsilber bildet das Silberoxyd, wenn es sich mit der Knallsäure verbindet (229).

Silber + Chlor, Jod, Brom.

478. Chlorsilber ($AgCl$). *Versuch.* Zu einer verdünnten Lösung von salpetersaurem Silberoxyd tröpfle man Salzsäure oder

eine Auflösung von Kochsalz: man erhält einen weissen, der geronnenen Milch ähnlichen Niederschlag von Chlorsilber, auch Hornsilber genannt, weil es beim Schmelzen ein hornartiges Ansehen bekommt. Dieser Niederschlag ist so unlöslich im Wasser, dass er sich in einer millionenfach verdünnten Silberlösung noch durch eine Trübung ankündigt (Reagens auf Silbersalze 245); auch in Säuren ist er nicht oder doch kaum löslich, dagegen wird er von Ammoniak und einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron leicht, in geringer Menge auch von starker Kochsalz- und Salmiaklösung aufgelöst. Das Verhalten des aufgelösten Silbers gegen verdünnte Kochsalzlösungen wird als nasse Silberprobe (481), wie zur Abscheidung des Silbers aus den photographischen Waschwässern u. a. m. benutzt.

Zersetzung durch Licht. *Versuch.* Man verreibe das erhaltene Chlorsilber, nachdem man die darüber stehende Flüssigkeit abgegossen hat, mit einem Korke auf einem Blatte Papier und lasse dieses an einem dunklen Orte, z. B. in einer Schublade, trocken werden: es bleibt weiss. Legt man das Blatt nun zur Hälfte in ein Buch und mit diesem an das Tageslicht, so färbt sich der beleuchtete Theil desselben bald violett und endlich schwarz, während der gegen das Licht geschützte Theil seine weisse Farbe behält. Das Licht allein ist im Stande, die Verwandtschaftsbande zwischen Silber und Chlor zu lösen; das Chlor entweicht, das Silber aber bleibt, und zwar in dieser feinen Zertheilung schwarz von Farbe, zurück.

Jod- und Bromsilber (AgJ , AgBr) erhält man als gelbliche, dem Chlorsilber sehr ähnliche Niederschläge, wenn man zu einer Lösung von Höllenstein eine Lösung von Jodkalium oder Bromkalium tropft. Sie sind noch lichtempfindlicher als das Chlorsilber und stellen, namentlich das Jodsilber, die Verbindungen dar, mittelst deren man die photographischen Bilder hervorbringt. Daguerre, der Erfinder dieser Kunst, erzeugte das Jodsilber, indem er eine versilberte Kupferplatte Joddämpfen aussetzte; in Papier vertheilt erhält man es, wenn man dieses nach einander durch eine Lösung von Höllenstein (Silberbad), dann durch eine von Jodkalium (Jodbad) zieht. Das Hervortreten des Bildes wird durch Quecksilberdämpfe bewirkt, welche sich mit dem an den hellen Stellen reducirten Silber verbinden; zum Fixiren des Bildes aber dient eine Lösung von unter-

schweflighaarem Natron (302), welche das an den dunklen Stellen unzersetzt gebliebene Jodsilber auflöst und entfernt.

Silber und Schwefel.

479. Versuch. Setzt man zu einer Lösung von Höllensteine Schwefelwasserstoffwasser oder Schwefelammonium, so erhält man einen schwarzen Niederschlag von Schwefelsilber (Ag S). Das Braun- oder Schwarzwerden blanker silberner Geräthschaften durch schwefelhaltige Ausdünstungen, z. B. bei der Kloakenräumung, oder bei längerer Berührung mit schwefelhaltigen Speisen, z. B. Eiern, ist ebenfalls der Bildung einer oberflächlichen Schicht von Schwefelsilber zuzuschreiben.

Silbererze. Das Silber kommt zwar gediegen (gewachsenes Silber) in der Natur vor, am häufigsten jedoch als Schwefelsilber, theils für sich allein, bleigrau, als Silberglanz oder Glaserz, theils mit anderen Schwefelmetallen verbunden. So ist das lichte Rothgültigerz eine chemische Verbindung von 3 Aeq. Schwefelsilber und 1 Aeq. Schwefelarsen, und das dunkle eine Verbindung von 3 Aeq. Schwefelsilber mit 1 Aeq. Schwefelantimon. In wechselnden, sehr kleinen Mengen wird das Schwefelsilber auch in Blei- und Kupfererzen, namentlich im Bleiglanz, Kupferglanz, Fahlerz und anderen gefunden.

Darstellung von Silber.

480. Zur Darstellung des Silbers im Grossen befolgt man verschiedene Methoden, je nach der Art der anderen Erze, mit denen die Silbererze gewöhnlich gemengt sind. Am bekanntesten sind die folgenden:

a. Bleiarbeit. Silberhaltiger Bleiglanz und andere Bleierze werden erst durch Rösten und Ausschmelzen mit Kohle zu metallischem Blei reducirt, in welches auch das Silber mit übergeht. Ist das Blei zu silberarm, so concentrirt man es vorher in der Weise, dass man es schmilzt und die beim langsamem Erkalten zuerst sich ausscheidenden Bleikristalle ausschöpft, das Silber bleibt dann in dem Theile des Bleies zurück, welcher zuletzt erstarrt. Nun bringt man das silberhaltige Blei in eine Art von Flammenofen,

der Treibherd heisst und kesselartig vertieft ist, und schmilzt es darin tagelang, während ununterbrochen Luft darauf geblasen wird, bis endlich alles Blei sich in Oxyd verwandelt hat. Das Bleioxyd schmilzt in der Hitze und fliest theils als Glätte durch eine Rinne ab, theils zieht es sich in den mit poröser Thon- und Kalkmasse ausgestampften Heerd hinein; das Silber dagegen, welches sich nicht oxydirt, bleibt metallisch zurück (Silberblick). Noch reiner wird es durch abermaliges Schmelzen in porösen Thonschüsseln oder Capellen, welche den letzten Rest von Bleiglätte einsaugen (Capellen- oder Feinsilber).

Cupellation oder trockne Silberprobe. Die zuletzt angegebene Methode benutzt man auch im Kleinen, um den Silbergehalt von silberhaltigen Erzen und Legirungen zu bestimmen. Ueberschüssiges Blei löst nicht nur Silber, sondern auch Kupfer und andere Metalle auf. Treibt man dieses nachher in kleinen, aus gebrannten Knochen angefertigten Näpfchen (Capellen) in einem Muffelofen ab, so zieht sich das gebildete Bleioxyd nebst dem Kupferoxyd vollständig in die Capelle ein und das Silberkorn bleibt zurück und wird gewogen. Selbst mittelst des Löthrohres lassen sich solche Prüfungen ausführen.

b. Saigerprocess. Silberhaltiges Kupfer wird zuweilen auf folgende Weise verarbeitet. Man schmilzt dasselbe mit einer grossen Quantität Blei zusammen, formt aus der Legirung grosse Metallkuchen, und stellt diese, mit Kohlen geschichtet, auf einem geneigten Herde auf. Werden die Kohlen dann angebrannt, so reicht die Hitze wohl hin, um das Blei, nicht aber, um das Kupfer zu schmelzen; das Blei fliest also ab und mit ihm zugleich das Silber, während das Kupfer zurückbleibt. Das so erhaltene silberhaltige Blei wird dem Treibherde übergeben.

c. Amalgamationsprocess. Aus den Erzen, welche geigesenes Silber oder Schwefelsilber, aber kein Blei enthalten, zieht man das Silber oft durch Quecksilber aus. In diesem Falle muss aber aus dem Schwefelsilber zuvor metallisches Silber dargestellt werden. Dies geschieht in zwei Acten. Im ersten röstet man die gepochten Erze mit Kochsalz: dabei entsteht Chlorsilber und schwefelsaures Natron; im zweiten bewegt man das geröstete Erz mit Wasser, Eisen und Quecksilber längere Zeit in verschlossenen Fässern: dabei entsteht Chloreisen und metallisches Silber, welches letztere sich in dem Quecksilber auflöst.

Aus dem abgelassenen Quecksilber erhält man durch Auspressen ein festes Silberamalgam, von dem man das Quecksilber vollends durch Destillation entfernt. In Freiberg hat man das Amalgamirverfahren aufgegeben und dafür das Affinirverfahren eingeführt (486).

d. Extractionsprocess (Augustin'sches Verfahren). Nach diesem zieht man die erst für sich, dann mit Kochsalz gerösteten Silbererze etc. mit heißer Kochsalzlösung aus, welche das Chlor-silber aufzulösen vermag. Oder man röstet silberhaltige kiesige Erze, namentlich Kupferstein, für sich und zieht das gebildete schwefelsaure Silberoxyd durch heiße Lauge aus (Zier vogel'sches Verfahren). Aus der einen wie der anderen Lösung lässt sich dann das Silber durch metallisches Kupfer ausfällen.

Nasse oder volumetrische Silberprobe.

481. Maassanalyse oder Titrirmethode. Zur Ausfüh-

Fig. 156.



rung nasser Proben oder Maassanalysen, die ihrer Einfachheit und Kürze wegen grosse Vorzüge vor den aufhältlichen Gewichtsanalysen darbieten, werden am zweckmässigsten Messcylinder oder Buretten von beistehender Form angewendet, die in Cubikcentimeter und Zehntel-cubikcentimeter eingetheilt sind, und aus denen man die Probeflüssigkeit noch bequemer und genauer als bei dem Alkalimeter (272) ausgiessen und auströpfeln kann. Die Probeflüssigkeit oder Reagenslösung muss immer eine bestimmte, genau bekannte Stärke (Titre) haben, da man aus der verbrauchten Menge der selben auf die vorhandene Menge des Körpers, den man quantitativ bestimmen will, schliesst.

Bei der nassen Silberprobe schlägt man das in Salpetersäure gelöste Silber mit titrirter Kochsalzlösung als Chlorsilber nieder. Die Stärke der Kochsalzlösung ist so eingerichtet, dass 100 Cubikcentimeter davon genau 1 Grm. reines Silber niederschlagen. Man braucht nun bei einer Analyse nur die Cubik-

centimeter Kochsalzlösung, welche man zur Niederschlagung gebraucht, von der Burette abzulesen, um gleichzeitig das diesen entsprechende Gewicht an Silber in Centigrammen zu erfahren. Statt der Ausfällung, wie hier, benutzt man bei anderen nasen oder volumetrischen Proben charakteristische Farbenänderungen, um den Zeitpunkt zu ermitteln, wo die beabsichtigte chemische Einwirkung erreicht ist (S. Eisenprobe 417).

Silberlegirungen.

482. Kupfer und Silber. Das reine Silber ist ziemlich weich und nutzt sich beim Gebrauche leicht ab, man versetzt es deshalb bei seiner Verarbeitung zu Münzen und Geräthschaften allgemein mit Kupfer, wodurch es härter wird, ohne seine Dehnbarkeit zu verlieren. Beträgt der Kupfergehalt nicht mehr als $\frac{1}{4}$, so bleibt die Farbe des Silbers schön weiss, durch mehr Kupfer aber geht sie in Gelb und endlich in Roth über. Nach den bis vor Kurzem geltenden Bestimmungen bildet die Mark, d. h. ein Gewicht von 16 Loth, die Münznorm; 16 Loth reines Silber nennt man eine feine Mark. Bei dem mit Kupfer versetzten Silber hat man nun zu fragen: wie viel sind in 16 Loth der Legirung reines Silber? Sind 15 Loth darin, so heisst das Silber 15löthig, bei 12 oder 8 oder 4 Loth Silbergehalt, 12-, 8- oder 4löthig u. s. w. In dem 12löthigen Silber sind sonach $\frac{3}{4}$ Silber und $\frac{1}{4}$ Kupfer enthalten; aus diesem macht man meistens die silbernen Geräthe und die grösseren Münzen, z. B. die (alten) Thaler. In dem 4löthigen dagegen ist $\frac{1}{4}$ Silber mit $\frac{3}{4}$ Kupfer verschmolzen, eine solche Legirung haben wir in manchen kleinen Scheidemünzen. Frisch geprägt sehen diese Münzen gelb aus; sie werden aber oberflächlich weiss, wenn man sie mit Weinstein und Wasser kocht (Weissieden), weil dadurch etwas Kupfer aufgelöst und somit eine dünne Haut von reinem Silber erzeugt wird. Unter Schrot versteht man das Gewicht einer Münze, unter Korn die Güte (Löthigkeit) des dazu verwendeten Silbers. Nach den neueren Münzbestimmungen bezieht man den Silbergehalt auf 1000 Theile und benutzt zu den deutschen Markstücken etc., wie schon vorher zu den Vereins-Thalern und Gulden dieselbe, reichere Legirung — $\frac{900}{1000}$ oder 14,4löthig —, aus welcher in Frankreich, Italien und der Schweiz alle Silbermünzen

geprägt werden. Zu den Fünfgroschenstücken diente eine $\frac{520}{1000}$ oder 8,3löthige, zu den Groschenstücken eine $\frac{220}{1000}$ oder 3,5löthige Legirung.

Versilberung und Silberspiegel s. bei Vergoldung (488).

Rückblick auf die Metalle der Silbergruppe.

(Blei Kupfer, Quecksilber, Silber.)

1. Die Metalle dieser Gruppe zersetzen das Wasser nicht; um sie aufzulösen, hat man concentrirte Säuren anzuwenden.

2. Mit 1 Aeq. Sauerstoff bilden sie Oxyde (RO), welche immer Basen sind; ferner niedrigere, nach der Formel R_2O zusammgesetzte Oxyde, welche meistens Basen sind. Ebenso verhalten sich diese Metalle gegen Schwefel, Chlor, Jod etc.

3. Blei und Silber gehen auch noch mit 2 Aeq. Sauerstoff Verbindungen ein (RO_2), welche den Charakter von Ueberoxyden tragen.

4. In der Natur kommen diese Metalle am häufigsten mit Schwefel verbunden vor, Silber und Quecksilber auch gediegen.

5. Durch Schwefelwasserstoff werden sie aus ihren sauren Lösungen als schwarze Schwefelmetalle niedergeschlagen, die in Schwefelammonium nicht löslich sind.

6. Silber und Quecksilber rechnet man zu den edlen, mit geringer Affinität zum Sauerstoff begabten Metallen; sie bilden den Uebergang zu der folgenden Gruppe.

III Platingruppe.

Gold, *Aurum* (Au).

(Aeq. Gew. = 197. — Specif. Gew. = 19,5.)

— Seit den ältesten Zeiten bekannt. —

483. Wenn sich das Gold auch in fast allen Ländern findet, so ist es doch immer so dünn gesäet und erfordert so viel Arbeit, um aus den Gesteinen oder dem Flusssande, worin es spurenweise vorkommt, ausgeschieden zu werden, dass es dadurch zu dem