durch Drehen der dickeren Axe (an *ef*, ohne *gh* zu berühren) das von der anderen Krystallfläche reflectirte Bild der oberen Linie zur Coincidenz mit der unteren Linie gebracht, und abgelesen, welchem Theilstrich des getheilten Kreises nun 0 des Nonius gegenübersteht oder um welchen Winkel gedreht wurde: so giebt das Complement dieses Winkels zu 180° den Neigungswinkel beider Krystallflächen zu einander. Meistens ist der Kreis so getheilt, dass von einem Punkt nach beiden Seiten hin die Abstände 5°,10° u. s. w. bis 180° bezeichnet sind; stellt man im Anfang der Messung 180° des Theilkreises 0° des Nonius gegenüber, so giebt bei beendigter Messung der Nonius geradezu den Neigungswinkel der Flächen an. — *o* in Fig. 235 ist eine Mikrometerschraube, um das genauere Einstellen zu erleichtern. *Kp.*

Krystallwasser s. Wasser.

Kümmelöl, gemeines (*Oleum Carvi, Huile de carvi, oil of caraway*). Aetherisches Oel, welches durch Destillation der zerstofsenen Samen des gemeinen Kümmels (*Carum carvi*) mit Wasser gewonnen wird. Frisch rectificirt ist dasselbe farblos und dünnflüssig, an der Luft wird es bald gelb und dickflüssiger und hinterlässt bei neuer Rectification eine hellbräunliche balsamische Masse. Es reagirt neutral, besitzt den eigenthümlichen Geruch und den scharf bitterlichen, brennenden Geschmack des Kümmels. Es brennt mit gelb leuchtender, rufsender Flamme, ist leichter als Wasser, darin wenig löslich; von Alkohol wird es leicht gelöst, auch mit Aether und fetten Oelen ist es mischbar. Es besteht aus zwei Oelen, einem sauerstofffreien, dem Carven (s. Suppl. und Bd. II, S. 87), und einem sauerstoffhaltigen, welches, obwohl flüssig, sich in seinen Eigenschaften den Stearoptenen mancher anderer ätherischer Oele eng anschliefst.

Das Carven lässt sich, gegen die Angabe von Schweizer[1]), durch fractionirte Destillation rein abscheiden mit einem Siedepunkt von 174° und der der Formel $C_{20}H_{16}$ entsprechenden Zusammensetzung. Das sauerstoffhaltige Oel erhält man durch fractionirte Destillation nicht rein. Es lässt sich aber aus einer Verbindung, die es mit Schwefelwasserstoff bildet, und die im krystallinischen Zustande dargestellt werden kann, rein abscheiden, worauf es einen 250° übersteigenden Siedepunkt und eine der Formel $C_{20}H_{14}O_2$ entsprechende Zusammensetzung zeigt. Die Analyse gab 79,8 Proc. Kohlenstoff und 9,31 Wasserstoff, während die Formel 80,00 Kohlenstoff und 9,33 Wasserstoff verlangt (Varrentrapp).

Uebergiefst man nämlich das Kümmelöl oder noch besser den Rückstand der Destillation desselben, nachdem alles bis zu 190° Ueberdestillirende verflüchtigt worden ist, mit dem gleichen Volumen Alkohol, der mit Ammoniak und Schwefelwasserstoff frisch gesättigt worden ist, so erwärmt sich die Mischung nach kurzer Zeit, trübt sich und gesteht zu einer gelblichen Krystallmasse. Man bringt sie nach etwa einer viertel bis einer halben Stunde auf ein Filtrum, lässt die Masse abtropfen und wäscht sie schnell mit kaltem Alkohol aus, bis sie völlig weifs erscheint. In siedendem Alkohol ist die auf dem Filtrum bleibende weifse, seidenartig glänzende, krystallinische Masse nur bei längerem

[1]) Journ. für prakt. Chemie, Bd. XXIV, S. 257.

Sieden in gröfserer Menge löslich, krystallisirt aber bei langsamem Erkalten dann in oft mehr als Zoll langen, $\frac{1}{2}$ Linie breiten, atlasglänzenden, weifsen Nadeln. Diese sind schmelzbar, bei vorsichtigem Erhitzen zum gröfsten Theile unzersetzt flüchtig, brennen mit hell leuchtender, stark rufsender, nach schwefliger Säure riechender Flamme. Die Analysen gaben im Mittel 71,9 Proc. Kohlenstoff, 9,00 Proc. Wasserstoff, 9,7 Proc. Schwefel, was der Formel $C_{20}H_{15}O_2S = C_{20}H_{14}O_2 + HS$ entspricht, welche einen Gehalt von 71,86 Proc. Kohlenstoff, 8,98 Proc. Wasserstoff und 9,58 Proc. Schwefel erfordert. — Leitet man in eine alkoholische Lösung der Schwefelwasserstoffverbindung oder auch wenn dieselbe nur in Alkohol suspendirt ist, sehr lange Zeit einen langsamen Strom von Schwefelwasserstoffgas, so scheidet sich nach einiger Zeit ein sehr zähes, schweres, etwas gelbliches Oel am Boden des Gefäfses ab, welches zuletzt dicker und zäher als Terpenthin wird. Giefst man den Alkohol, der fast gar nichts mehr aufgelöst enthält, ab, löst den zähen Rückstand in seinem drei- bis vierfachen Volumen Aether, und versetzt diese Lösung mit dem sechsfachen des Aethers an starkem Weingeist, so scheiden sich weifse Flocken ab, die sich bei längerem Stehen zu einer harzigen Masse zusammenballen; man erhitzt das Gemisch bis zum Sieden; die dabei erweichende harzartige Masse wird darauf unter starkem Schütteln noch 1 bis 2 Mal mit frischem Alkohol ausgekocht. So behandelt stellt sie ein fast weifses Harz dar, welches bei der Temperatur des siedenden Alkohols zu einem fast farblosen Oele schmilzt, sich bei etwa 40° zu atlasglänzenden Schnüren ausziehen und drehen lässt, bei gewöhnlicher Temperatur aber sehr spröde und leicht pulverisirbar ist.

Man erhält diesen Körper am vortheilhaftesten aus dem noch viel Oel und Schwefelammonium enthaltenden, bei Darstellung der weifsen Krystalle abgegossenen Alkohol durch 10—20stündiges Einleiten von Schwefelwasserstoff; das sich abscheidende dicke Oel ist dann nicht so zähe, offenbar weil es durch Carven verunreinigt ist. Man erhält aber daraus die harzartige Substanz eben so rein, wenn man sie zwei- oder dreimal aus ihrer ätherischen Lösung durch Weingeist fällt. Die Analysen ergaben im Mittel einen Gehalt von 65,68 Proc. Kohlenstoff, 8,22 Proc. Wasserstoff und 26,76 Proc. Schwefel. Die Formel: $C_{20}H_{15}S_3 = C_{20}H_{14}S_2 + HS$ verlangt 65,58 Proc. Kohlenstoff, 8,19 Wasserstoff und 26,23 Schwefel. Die ätherische Lösung dieser Substanz mit einer ätherischen Lösung von Quecksilberchlorid versetzt, giebt einen weifsen Niederschlag von sehr wechselnder Zusammensetzung; es wurde bei verschiedenen Präparaten ein Gehalt von 64,47—70,5 Proc., bei anderen von 18,5—19,3 Proc. Quecksilber und 11,1—5,6 Proc. Chlor gefunden, je nachdem man die eine oder andere Lösung im Ueberschuss anwandte. Beim Trocknen im Wasserbad entweicht Salzsäure in Menge, ohne dass die Substanz, welche vorher über Schwefelsäure getrocknet war, äufserlich verändert wird. Mit Platinchlorid in starkem Alkohol gelöst, erhält man in der verdünnten ätherischen Lösung der schwefelhaltigen Substanz ebenfalls Niederschläge von unbestimmter Zusammensetzung.

Die schwefelwasserstoffhaltigen Krystalle, mit verdünnter alkoholischer Kalilauge digerirt, verlieren ihren Schwefelgehalt. Versetzt man die alkoholische Lösung mit Wasser, so scheidet sich Oel ab. Wird dasselbe mit Chlorcalcium getrocknet und dann für sich rectificirt, so destillirt der gröfste Theil bei einer 250° übersteigenden Temperatur und

besitzt die oben angegebene Zusammensetzung des sauerstoffhaltigen Oeles $C_{20}H_{14}O_2$. Bei Behandlung der trockenen Krystalle mit Bleisuperoxyd bei 135° verharzt sich unter Ausscheidung des Schwefels ein grofser Theil des Oeles. Wendet man eine etwas höhere Temperatur an, so tritt plötzlich Entzündung ein.

Leitet man über die in einer Röhre geschmolzenen Krystalle Salzsäuregas, so entweicht Schwefelwasserstoff (die Zersetzung findet nur sehr langsam vollständig statt), und man erhält ein braungefärbtes öliges Product. Leitet man dagegen über das reine sauerstoffhaltige Oel Salzsäuregas und dann längere Zeit Luft, so erhält man eine ölige Flüssigkeit, deren Zusammensetzung der Formel: $C_{20}H_{15}O_2Cl = C_{20}H_{14}O_2 + HCl$ entspricht. Diese verlangt einen Gehalt von 19,55 Proc. Salzsäure, bei der Analyse wurde 18,79 Proc. gefunden. Blausäure wird zwar in grofser Menge von dem Oele absorbirt, entweicht aber vollständig, wenn man nachher lange Zeit einen Luftstrom hindurchleitet (Varrentrapp). *V.*

Kümmelöl, römisches (*Essence de cumin, cumin-oil*). Von dem gemeinen Kümmelöl ganz verschieden ist dasjenige ätherische Oel, welches man aus den zerquetschten Samen des römischen Kümmels (*Cuminum Cyminum*) erhält. Dasselbe geht bei der Destillation mit Wasser mit blassgelblicher Farbe, eigenthümlichem Geruch und scharfem brennendem, bitterlichem Geschmack über. Es besteht, wie das gemeine Kümmelöl, aus einem sauerstofffreien, Cymen ($C_{20}H_{14}$) genannten und einem sauerstoffhaltigen Oele, dem Cuminol ($C_{20}H_{12}O_2$) (s. Bd. II. S. 375 und 414, sowie Supplement), die sich durch fractionirte Destillation trennen lassen. *V.*

Kümmelöl, fettes. Durch kaltes Auspressen der zerstofsenen Samen von gemeinem und römischem Kümmel erhält man gelbliche, etwas dicke, mild schmeckende fette Oele, die aber leicht durch etwas von den in den Samen gleichfalls enthaltenen ätherischen Oelen Geschmack und Geruch annehmen. Sie werden an manchen Orten als Oel zu Salat verwendet. *V.*

Küpe s. Indigküpe.

Kürbiskernöl, *huile de cocombre, citrouille, cucumberseed-oil.* Durch kaltes Auspressen der zerstofsenen Kürbissamen (von *Cucurbita Pepo*) erhält man ein fettes, gelbliches, geruch- und geschmackloses Oel, welches man als Speise- und Brennöl benutzen kann. Es verdickt sich allmälig und scheint endlich zu trocknen. Heifs gepresst ist es bräunlichgelb und sehr dickflüssig. *V.*

Kugellack, eine Verbindung des Farbstoffs des Fernambuckholzes mit Thonerde, die man durch Ausziehen des Holzes mit einer verdünnten Alaunlösung und Fällung der Lösung durch kohlensaures Kali erhält. Der Niederschlag wird mit Stärke versetzt, in Kugeln geformt und getrocknet in den Handel gebracht. *V.*

Kuhsäure i. e. Caprinsäure.

Kumarsäure s. Coumarinsäure, Suppl.

Kumis, syn. Kumysz, s. Arsa, Bd. I. S. 493.

Kundahöl syn. mit Carapaöl.

Kupelliren s. Abtreiben.

Kupfer; Metall. — Chemisches Zeichen: Cu (*Cuprum*). Der lateinische Name ist von der Insel Cypern, woher die Alten zuerst das Kupfer erhielten, abgeleitet; er war ursprünglich *Cyprium* und wurde später in *Cuprum* abgeändert. Die Alchemisten nannten es Venus mit Rücksicht darauf, dass Cypern dieser Göttin geweiht war. Atomgewicht = 395,69 (Berzelius), 396,6 (Erdmann und Marchand[1]).

Das Kupfer findet sich gediegen, bisweilen krystallisirt in Formen des regulären Systems, bisweilen eingesprengt in flachen Blättern oder Verästlungen, selten in grofsen Massen, jedoch kennt man ein Stück gediegen Kupfer von 2200 Pfd. Gewicht[2]). Weit häufiger aber ist sein Vorkommen in Verbindung mit Sauerstoff oder mit Schwefel (s. d. Art. Kupfererze). Man hat nachgewiesen, dass das Kupfer in kleiner Menge in manchen Bodenarten, in den ocherartigen Absätzen vieler Mineralwasser, im Meerwasser, in manchem Wasser[3]), bisweilen auch in Pflanzen und Thieren[4]) gefunden wird. Manche Grubenwasser sind aufserordentlich reich an aufgelöstem schwefelsauren Kupferoxyd, entstanden durch Oxydation von Schwefelkupfer. Man pflegt daraus das Kupfer, durch Hineinlegen von altem metallischen Eisen, niederzuschlagen; das so gewonnene wird Cämentkupfer (s. Bd. II. S. 12) genannt.

Reines Kupfer erhält man am besten im fein vertheilten Zustande durch Reduction von chemisch reinem Kupferoxyd in einem Strome von Wasserstoffgas bei schwacher Glühhitze. Man muss in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas vollständig erkalten lassen. Sieht man das feinste Pulver hiervon ab, legt es auf eine mit einem starken eisernen Ring versehene Medaille, presst es mit einem Stempel kräftig zusammen und glüht die dadurch geschweifste Masse in einem Wasserstoffgasstrom, so zieht sie sich stark zusammen und man erhält es dann ebenso dicht, als ob es gehämmert worden wäre (Osann[5]). Das Kupfer ist hiernach etwa in derselben Weise schweifsbar wie Platin. Am leichtesten verschafft man es sich aber in zusammenhängendem völlig reinem Zustand durch langsame galvanische Fällung von reiner schwefelsaurer Kupfervitriollösung (s. Galvanoplastik. Bd. III. S. 316 u. f.)

Das Kupfer ist das einzige Metall von hellrother Farbe. Es ist geschmeidig, lässt sich zu feinen Plättchen hämmern und zu Draht ziehen; durch beide Operationen wird es hart und federnd, verliert aber diese Eigenschaften durch Ausglühen leicht. Je reiner es ist, desto weicher erscheint es; sehr geringe Beimengungen anderer Metalle oder auch nur von Kupferoxydul machen es sehr spröde, erstere namentlich in der Hitze rothbrüchig, letzteres in der Kälte kaltbrüchig. Es ist sehr zähe; nach Muschenbrök soll ein Kupferdraht von 0,078 Zoll Durchmesser über 300 Pfd. tragen, ohne zu zerreifsen. Es ist ein sehr guter Leiter der Wärme und der Elektricität. Nach Buff ist der Leitungswiderstand des reinen Kupfers, wenn man den des reinen

---

[1]) Journal f. prakt. Chemie. Bd. XXXI, S. 389, und Bd. XXXVII, S. 72.
[2]) Jahresber. von Liebig und Kopp, 1847—48, S. 1154.
[3]) Jahresber. von Liebig und Kopp, 1847—48, S. 1013.
[4]) Ebendas., bes. Millon, S. 875, und Harless u. Bibra, S. 871.
[5]) Annalen der Physik. Bd. LII, S. 406.

Silbers mit 1000 bezeichnet, durch 1048 auszudrücken, der bei zwei Kupfersorten des Handels beobachtete mit 1227 und 1579. Nach Edm. Becquerel ist das Leitungsvermögen eines chemisch reinen ausgeglühten Kupferdrahtes, chemisch reines ausgeglühtes Silbers von gleicher Dicke und Länge gleich 1000 gesetzt, 914,4, eines hart gezogenen Kupferdrahtes aber nur 890,8. Die specif. Wärme des Kupfers ist nach Regnault = 0,9515. Die Wärmecapacität desselben zwischen 0 und 100° = 0,0949 (Regnault). Es ist leichter schmelzbar als Gold, aber schwerer schmelzbar als Silber, nach Daniell liegt der Schmelzpunkt bei 1090°, nach Plattner bei 1173°. Man kann es nur schlecht zum Giefsen benutzen, weil der Guss stets blasig ausfällt. Dies scheint daher zu rühren, dass es während des Schmelzens in sehr hoher Temperatur Sauerstoffgas absorbirt, welches beim Erkalten vollständig, aber gewöhnlich erst im Augenblicke des Erstarrens gasförmig entweicht und dann das Metall mit blasiger Oberfläche zurücklässt. Das entweichende Gas reifst Theilchen des Kupfers von der Oberfläche mit hinweg, und veranlasst dadurch das sogenannte »Spratzen«, d. i. ein Herumschleudern von feinen Kupferkügelchen, und eine rauhe Oberfläche. Rührt man das geschmolzene Kupfer vor dem Erstarren mit Birkenstangen (*poling*), so findet kein Spratzen statt. Schmilzt man es unter einer Decke von Kochsalz, so vermag es ebenfalls keinen Sauerstoff zu absorbiren und der Regulus erstarrt mit einer glatten Oberfläche, frei von Blasenräumen; unter Borax, Soda und Glas erhält man aber keinen blasenfreien Regulus, wahrscheinlich entzieht diesen Substanzen das Kupfer Sauerstoff. Aus dem Gesagten erklärt sich, weshalb man das specif. Gewicht des geschmolzenen Kupfers so sehr verschieden gefunden hat. Blasenfreies, unter Kochsalz geschmolzenes Kupfer zeigte, nach Erdmann und Scheerer[1]), ein specif. Gewicht von 8,921, welches durch einen Druck von 300000 Pfund nur auf 8,930 erhöht wurde; durch Ziehen zu feinem Draht stieg es auf 8,939—8,949, durch Ausglühen des Drahtes sank es auf 8,930. Der gezogene und plattgeschlagene Draht hatte ein specif. Gewicht von 8,951. Ein gleiches zeigte gewalztes und nachher gehämmertes reines Kupferblech.

In sehr heftiger Weifsglühhitze, z. B. im Knallgasgebläse, geräth das Kupfer ins Kochen. Seine lineare Ausdehnung beträgt beim Erwärmen von 0° — 100°, nach Lavoisier und Laplace, sowie nach Dulong und Petit $1/581$—$1/584$, nach Smeaton $1/588$.

Das Kupfer besitzt eine weit geringere Verwandtschaft zum Sauerstoff als das Eisen. Es zersetzt Wasser selbst in der Glühhitze nicht, ebensowenig wenn das Wasser Säure enthält. Ist aber zugleich dem Sauerstoff der Luft der Zutritt gestattet, so oxydirt es sich bei Anwesenheit selbst der schwächsten Säuren, wie der Kohlensäure, in feuchter Luft leicht, und das Oxyd verbindet sich mit den Säuren. Ebenso oxydirt es sich beim Erhitzen an der Luft. Von Salpetersäure wird es leicht unter Entwickelung von Stickoxydgas, von concentrirter Schwefelsäure beim Kochen unter Entwickelung von schwefliger Säure gelöst. Auch mit Chlor vereinigt es sich sehr leicht. Dünnes Kupferblech, in Schwefeldämpfe gebracht, verbrennt darin mit rothem Licht. Durch Schwefelwasserstoff wird es in Folge oberflächlicher Bildung von Schwefelkupfer sehr bald geschwärzt. *V.*

---

[1]) Journal f. prakt. Chemie. Bd. XXVII, S. 193 u. f.

Kupfer, Bestimmung und Trennung von anderen Metallen. Ueber Auffindung des Kupfers, s. Art. Kupferoxydsalze. Wenn man Kupfer quantitativ bestimmen will, so wird es gewöhnlich durch einen Ueberschuss von kochender Kalilauge als Oxyd niedergeschlagen. Sollte es in der Lösung ganz oder theilweise als Oxydul enthalten seyn, so verwandelt man es durch Erhitzen mit etwas Salpetersäure in Oxyd. Man erhitzt darauf die kupferhaltige Lösung in einer Porcellan- oder noch besser in einer Platinschale zum Sieden und setzt dann einen kleinen Ueberschuss von concentrirter Kalilauge hinzu, worauf man wieder bis zum beginnenden Sieden erwärmt. Alles Kupfer, selbst aus ammoniakalischen Lösungen, wird dadurch vollständig als schweres, schwarzbraunes Oxyd gefällt. Ist die Flüssigkeit ammoniakhaltig, so muss sie möglichst schnell abfiltrirt werden, denn bei längerem Stehen löst sich wieder etwas Kupferoxyd darin auf und färbt dieselbe bläulich. Erhitzt man die Flüssigkeit nicht vorher, so schlägt die Kalilauge ein sehr voluminöses, grünlichblaues Kupferoxydhydrat nieder, welches als solches nicht wohl vollständig ausgesüfst werden kann; kocht man erst nach der Fällung des Hydrats, so pflegt sich ein Theil des Kupferoxyds so fest an die Wände des Gefäfses anzusetzen, dass man es nicht anders loslösen kann, als indem man es nochmals in Salzsäure löst und im Sieden mit Kalilauge fällt. Man darf keinen zu grofsen Ueberschuss von Kalilauge anwenden, weil, namentlich wenn die Lösungen concentrirt sind, das Oxyd darin nicht völlig unlöslich ist. Aber auch zu wenig Kalilauge darf nicht genommen werden, weil sonst basische Kupfersalze mit dem Oxyd niederfallen, die bei nachherigem Auswaschen entweder zersetzt werden und sich theilweise lösen, oder Säure mit in dem Niederschlage zurückhalten. Je verdünnter die Lösungen und je geringer der Kaliüberschuss, desto vollständiger erfolgt die Fällung. Der Niederschlag muss anhaltend mit siedendem Wasser gewaschen werden, um die letzten Antheile von Kali zu entfernen. Er wird, gut getrocknet, in einem Platintiegel geglüht, das Filtrum aber auf dem Deckel unter freiem Luftzutritt verbrannt. Sollte dabei anfangs etwas Kupfer durch die Papierkohle reducirt werden, so wird es sich bei fortgesetztem Glühen leicht wieder oxydiren. Man muss das geglühte Oxyd im wohl bedeckten Tiegel erkalten lassen und sogleich wiegen, da es sehr hygroskopisch ist.

Durch Fällung mit kohlensaurem Kali kann das Kupfer nicht quantitativ bestimmt werden, weil darin ein Theil des Oxyds, wenn auch ein geringer, gelöst bleibt, den man nur dann erhält, wenn man die Flüssigkeit abdampft und den geglühten Rückstand mit Wasser auszieht. Dies ist der Grund, weshalb man keine kaustische Kalilauge anwenden darf, die bereits durch längeres Aufbewahren in nicht völlig verschlossenen Gefäfsen viel Kohlensäure angezogen hat.

Ist das Kupferoxyd nur an Kohlensäure oder Salpetersäure gebunden vorhanden, oder will man in dem Salze einer durch Salpetersäure zerstörbaren organischen Säure den Kupfergehalt bestimmen, so darf man im ersteren Falle nur eine heftige Glühhitze geben, im letzteren aber muss man das Salz einige Male mit etwas concentrirter Salpetersäure übergiefsen, diese darüber abdampfen und zuletzt heftig glühen. Sind andere, nicht flüchtige organische Substanzen in einiger Menge in der Lösung enthalten, so wird das Oxyd durch Kalilauge nicht vollständig ge-

fällt; man sieht sich alsdann gezwungen, das Kupfer erst durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas als Schwefelkupfer zu fällen, dieses schnell bei abgehaltener Luft abzufiltriren, mit Wasser, welches Schwefelwasserstoff enthält, auszuwaschen, zu trocknen, von dem Filtrum die gröfste Menge loszulösen und in ein Becherglas zu schütten, das Filtrum zu verbrennen, den Rückstand in das Becherglas zuzugeben, und dann mit Salpetersäure, der man etwas Salzsäure zufügt, so lange in der Wärme zu digeriren, bis der sich ausscheidende Schwefel vollkommen gelb geworden ist. Man trennt die Flüssigkeit von letzterem, wäscht diesen gut mit heifsem Wasser ab und fällt die verdünnte heifse Lösung, wie oben beschrieben, durch Kalilauge.

Levol hat eine andere Methode angegeben, um das Kupfer in seiner Lösung, gleichgültig, ob sie organische Materie enthält oder nicht, leicht zu bestimmen. Man versetzt dieselbe mit Ammoniak im Ueberschuss, giebt sie in ein Glas mit weiter, durch einen Glasstöpsel hermetisch verschliefsbarer Oeffnung, setzt so viel gekochtes Wasser zu, dass das Gefäfs beinah gefüllt wird, wirft einen blanken, genau gewogenen Kupferstreifen hinein und lässt stehen, bis die Flüssigkeit völlig farblos geworden ist. Hierauf nimmt man den Kupferstreifen heraus, spült ihn rasch und sorgfältig mit Wasser ab, trocknet und wägt ihn. Um das Oxyd bei dieser Operation in Oxydul überzuführen, wird gerade so viel Kupfer von dem Streifen aufgelöst worden seyn, als die Flüssigkeit vorher als Oxyd enthielt. Es ist klar, dass, falls man die ganze Menge des in einer Oxyd und Oxydul enthaltenden Flüssigkeit befindlichen Kupfers erfahren will, man durch Salpetersäure vorher alles in Oxyd verwandeln muss. Ein Versuch, bei dem man diese Oxydation unterliefse, würde nur den Oxydgehalt angeben, so dass dieses Verfahren zugleich gestattet, das Verhältniss von Oxyd und Oxydul in einer Lösung zu ermitteln. Dass die Operation drei bis vier Tage Zeit zu erfordern pflegt, ist ein unangenehmer Uebelstand; auch dürfen natürlich keine Metalle, welche durch Kupfer gefällt werden, zugegen seyn.

Hat man eine salpetersäurefreie Kupferoxydlösung, so kann man sie in einen langhalsigen Kolben geben, mit überschüssiger Salzsäure versetzt zum Sieden erhitzen und einen gewogenen Streifen Kupfer bis zu vollständiger Entfärbung damit kochen, diesen danach abspülen und wiegen. Diese Methode ist nicht sehr genau, aber rasch auszuführen und für technische Zwecke oft genügend.

Pelouze[1]) hat folgendes Verfahren ausgesonnen, um mittelst einer titrirten Auflösung das Kupfer in seinen Lösungen, selbst wenn viele andere Metalle zugegen sind, rasch bestimmen zu können. — Das etwa vorhandene Eisen muss dabei vollständig in Oxyd verwandelt seyn. — Er versetzt nämlich die Lösung mit überschüssigem Ammoniak und erwärmt sie in einem Kolben bis zu einer Temperatur von 75°—80°, welche während der ganzen Operation erhalten wird. Als Titrirflüssigkeit dient eine Auflösung von Schwefelnatrium, dadurch dargestellt, dass man Natronlauge von 36° B. in zwei gleiche Theile theilt, die eine Hälfte durch Einleiten von Schwefelwasserstoff völlig sättigt, und darauf die zweite Hälfte zumischt. Nach einigen Stunden setzen sich Krystalle von Schwefelnatrium ab, die man mit Wasser abspült und zur Darstellung der Nor-

---

[1]) Annal. de Chimie et de Phys., [3] T. XVI, p. 416, und T. XVII, p. 393, und Annal. der Chemie, Bd. XLVI, S. 364, und Bd. LX, S. 372.

malflüssigkeit aufbewahrt. 140 Grm. davon werden in 1 Litre Wasser gelöst und die trübe Flüssigkeit so lange stehen gelassen, bis sie hell von dem Bodensatz abgezogen werden kann. Um ihren Gehalt zu bestimmen, löst man 1 Grm. galvanisch niedergeschlagenes reines Kupfer in 5—6 C. C. gewöhnlicher Salpetersäure auf, kocht, bis sich keine rothen Dämpfe mehr zeigen, fügt 50 C. C. gewöhnliches Ammoniak hinzu und erhitzt, bis die Lösung zu kochen beginnt, was bei ungefähr 50° C. einzutreten pflegt. Jetzt fügt man unter fortdauerndem Kochen so lange von der in einer graduirten Pipette befindlichen, Schwefelnatrium haltenden Flüssigkeit zu, als man noch die blaue Färbung der Lösung erkennen kann. Dann unterbricht man das Kochen, spült den leeren Theil des Kolbens mit etwas Ammoniak ab und lässt die Flüssigkeit sich klären. Je nach ihrer helleren oder dunkleren Färbung giebt man mehr oder minder viel Schwefelnatriumlösung auf einmal zu, erhitzt wieder und wiederholt das Verfahren bis die Flüssigkeit fast völlig farblos erscheint. Die Temperatur darf 80° nicht übersteigen, was bei Gegenwart von einer hinreichenden Menge Ammoniak auch nach längerem Kochen nicht leicht der Fall seyn wird. Man bemerkt sich die Menge der verbrauchten Normallösung, welche dazu erforderlich war, um 1 Grm. Kupfer als Kupferoxysulfuret, $5CuS + CuO$ (s. Art. Kupfersulfurete), niederzuschlagen.

Man löst nun, wenn man eine Kupferlegirung oder ein Kupfersalz mit dieser Normallösung untersuchen will, so viel von jenen auf, dass man ungefähr 1 Grm. Kupfer in Lösung erhält, was sich gewöhnlich annähernd vorhersehen lässt oder durch einen vorläufigen Versuch ermittelt wird. Bleibt bei der Lösung in Salpetersäure ein weifser Rückstand, was die Gegenwart von Zinn oder Antimon anzeigen würde, so löst man diese durch Zusatz von Salzsäure und setzt etwas salpetersaures Blei zu. Dadurch wird bewirkt, dass, wenn man darauf die erkaltete Lösung mit 50 C. C. Ammoniak versetzt, das Zinnoxyd sich schneller absetzt und kein Kupfer mit niedergerissen wird. Darauf wird genau wie bei Titrirung der Normalflüssigkeit verfahren.

Hat man z. B. 30 C. C. der normalen Schwefelnatriumlösung gebraucht, um 1 Grm. Kupfer vollständig auszufällen, bedarf man aber nur 29 C. C. derselben, um aus 1 Grm. einer Legirung alles Kupfer niederzuschlagen, so würde die Legirung nur $^{29}/_{30} = 0{,}966$ Kupfer enthalten. Hat man aber statt eines Grammes der Legirung 1,2 Grm. angewandt und nur 29 C. C. verbraucht, so sind in 1000 Thln. der Legirung nur $\frac{0{,}966 \,.\, 1000}{1{,}2} = 805$ oder $80^1/_2$ Proc. enthalten.

Nickel und Kobalt machen durch die Färbung, welche sie der Flüssigkeit ertheilen, die Probe ungenau. Man kann auf diese Weise übrigens leicht bis auf $^1/_2$ Proc. genau den Kupfergehalt ermitteln und die Methode ist offenbar für technische Zwecke allen denen zu empfehlen, die häufig solche Bestimmungen auszuführen haben. Sie gründet sich darauf, dass das Kupferoxysulfuret früher als die meisten anderen Metalle aus der ammoniakalischen Lösung gefällt wird. Ist nur Zink neben Kupfer vorhanden, so kann dieses nach Ausfällung des Kupfers durch dasselbe Reagenz als Schwefelzink vollständig gefällt werden.

Jacquelain's[1]) Bestimmung des Kupfers in einer ammoniakalischen

[1]) Comptes rendus, T. XXII, p. 945.

Lösung durch Beobachtung der Menge von Wasser, welche man derselben hinzufügen muss, um ihr dieselbe Farbennüance zu ertheilen, wie einer Normallösung, welche sich in einem gleich weiten, zugeschmolzenen Glasrohre vor einer weifsen Fläche aufgestellt befindet, verdient als analytisches Verfahren wohl kaum der näheren Beschreibung.

Um Kupferoxyd von denjenigen Metalloxyden, welche durch Schwefelwasserstoff aus sauren Lösungen nicht gefällt werden, zu trennen, also von den alkalischen Erden, den eigentlichen Erden und den Oxyden des Urans, Nickels, Kobalts, des Zinks, Mangans und Eisens, darf man nur die nicht zu concentrirte Lösung stark sauer machen und Schwefelwasserstoff hineinleiten, bis sie stark darnach riecht, das Schwefelkupfer mit der oben schon erwähnten Vorsicht abfiltriren, auswaschen, mit Salpetersäure oxydiren und durch Kali aus der Lösung als Oxyd niedergeschlagen. Ist aufser den genannten Basen auch Blei vorhanden, so wird dieses neben dem Kupfer als Schwefelmetall gefällt. Man oxydirt beide durch Behandlung mit Salpetersäure, verdampft die Flüssigkeit, erhitzt den Rückstand bis beinahe zum Glühen und trennt das schwefelsaure Kupferoxyd von dem unlöslichen schwefelsauren Bleioxyd durch Wasser.

Es ist nicht statthaft, das Kupferoxyd von anderen Metalloxyden, die in Ammoniak unlöslich sind, durch einen Ueberschuss dieses Fällungsmittels zu trennen. Aus einer kupferhaltigen Lösung durch noch so viel überschüssiges Ammoniak gefälltes Eisenoxyd bleibt stets kupferhaltig. Eben so wenig lassen sich die in Kalilauge löslichen Metalloxyde, z. B. Zinkoxyd, aus dem Kupfer vollständig durch Digestion mit Kalilauge ausziehen. Es wird zwar alles Kupferoxyd, aber zinkhaltig gefällt.

Die Oxyde derjenigen Metalle, die aus sauren sowohl wie aus alkalischen Lösungen durch Schwefelwasserstoff gefällt werden, bieten bei ihrer Trennung von Kupferoxyd die meisten Schwierigkeiten dar. Nur das Silber lässt sich leicht davon trennen durch Zusatz von Salzsäure, welche den ganzen Gehalt dieses Metalls als Chlorsilber niederschlägt. Die Abscheidung des Bleioxyds, Wismuthoxyds und Kadmiumoxyds durch kohlensaures Ammoniak ist nicht zu empfehlen, da die Niederschläge nur schwer frei von Kupferoxyd erhalten werden. Ist gleichzeitig Quecksilberoxydul und -Oxyd vorhanden, so lassen sich diese Trennungsmethoden gar nicht anwenden. Ein sicheres Mittel zur genauen Trennung aller dieser Oxyde, wenn sie, mit Kupferoxyd gemengt, in einer Lösung vorhanden sind, bietet das Cyankalium; dasselbe besitzt nämlich, im Ueberschuss angewandt, die Eigenschaft, Schwefelkupfer mit Leichtigkeit vollständig aufzulösen, während die Schwefelverbindungen der übrigen genannten Metalle sämmtlich darin unlöslich sind. Die abfiltrirte kupferhaltige Lösung wird unter Zusatz von Salpeter und Schwefelsäure so lange eingedampft, bis aller Geruch nach Blausäure verschwunden ist und dann durch Kali gefällt. Sind alle obengenannte Metalloxyde gleichzeitig vorhanden, so sättigt man die Lösung mit reinem kohlensauren Natron und fügt einen Ueberschuss von Cyankalium hinzu. Dieses vermag weder das kohlensaure Blei- noch Wismuthoxyd zu lösen, man filtrirt daher dieselben ab, und säuert darauf die Lösung mit Salpetersäure an, wodurch alles Silber als Cyansilber gefällt wird. Die Lösung wird wieder mit kohlensaurem Natron gesättigt, mit überschüssigem Cyankalium versetzt und mit Schwefelwasserstoff behandelt, worauf man noch etwas Cyankalium zusetzt, dann

die kupferhaltige Lösung von dem Schwefelquecksilber und Schwefelkadmium abfiltrirt und aus dieser, wie oben angegeben, durch Kali das Kupfer als Oxyd niederschlägt.

Von den Metallen, welche in alkalischer Lösung lösliche Schwefelmetalle bilden, kann man im Allgemeinen das Kupfer dadurch trennen, dass man entweder diese Metalle alle zusammen aus der sauren Lösung durch Schwefelwasserstoff niederschlägt und dann mit Schwefelkalium digerirt — dies kann nicht geschehen, wenn auch Quecksilber zu bestimmen ist, weil dessen Schwefelverbindungen in Schwefelkalium löslich sind. Schwefelammonium muss man nicht anwenden, weil darin Schwefelkupfer nicht unlöslich ist —; oder man übersättigt die saure gemischte Lösung mit Kali, fügt Schwefelkalium hinzu und digerirt den Niederschlag mit einem Ueberschuss des Fällungsmittels. In manchen Fällen giebt das letztere Verfahren gröfsere Sicherkeit, dass man keine der löslichen Schwefelmetalle in dem Kupferniederschlag zurückbehält. Bisweilen, wenn man trockene Substanz zu untersuchen hat, ist es am bequemsten, dieselbe mit überschüssiger Schwefelleber zusammenzuschmelzen und die geschmolzene Masse mit Wasser auszuziehen. — Von Arsen trennt man das Kupfer am besten, indem man die Legirung mit 2 Thln. trockenem kohlensauren Natron und $2^1/_2$ Thln. Salpeter zusammenschmilzt. Wasser löst dann arsensaures Natron und hinterlässt das Kupferoxyd. Aber das Oxyd muss noch einmal in Säure gelöst und durch Kali gefällt werden, da es nach dem Schmelzen durch Wasser nicht völlig alkalifrei erhalten wird. — Von Gold trennt man das Kupfer am leichtesten durch Oxalsäure, von Platin durch Fällen des Platins als Platinammoniumchlorid aus der alkoholischen Chloridlösung. Von vielen Metallen, deren Chloride bei nicht zu hoher Temperatur flüchtig sind, kann man das Kupfer in diesen Legirungen befreien, wenn man dieselben in einem Strome von trockenem Chlorgas erhitzt; das Kupferchlorid bleibt je nach der angewandten Temperatur mit mehr oder minder Chlorür gemischt zurück; es muss deshalb noch mit Salpetersäure aufgelöst und als Oxyd gefällt werden. Leider ist es bei dieser Methode häufig sehr schwer, die letzten Antheile der Metalle in Chlorid zu verwandeln und die flüchtigen auszutreiben. *V.*

Kupfer, Gewinnung. Die hüttenmännische Gewinnung des Kupfers ist eine verschiedene, je nachdem dieselbe aus ockrigen (oxydischen) oder kiesigen (geschwefelten) Erzen stattfindet (siehe Kupfererze). — Aus den ersteren wird das Kupfer durch einen einfachen reducirenden Schmelzprocess dargestellt, wobei sich Kupferoxydul (Rothkupfererz) und kohlensaures Kupferoxyd (Kupferlasur und Malachit) in metallisches Kupfer, Schwarzkupfer, umwandeln. Letzteres besitzt jedoch nicht den erforderlichen Grad der Reinheit, sondern ist stets durch mehr oder weniger Eisen und kleine Mengen von Kohle, mitunter auch noch durch andere Substanzen verunreinigt. Um es von diesen zu befreien, wird das Schwarzkupfer (s. d.) dem Gaarprocess (Gaarmachen) unterworfen, einem oxydirenden Schmelzen nämlich, durch welches jene Beimengungen abgeschieden werden. Das auf solche Weise gereinigte Kupfer — Gaarkupfer, heerdgaares Kupfer, Rosettekupfer — hat durch die oxydirende Wirkung des Gaarprocesses eine gröfsere oder geringere Menge Kupferoxydul in sich aufgenommen, wodurch seine Geschmeidigkeit und Festigkeit sehr beeinträchtigt werden.

Zu seiner Umwandlung in schmiedbares (hammergaares) Kupfer dient das Hammergaarmachen, ein einfaches Umschmelzen, bei welchem dem Kupferoxydul hinreichende Gelegenheit zur Reduction gegeben wird. — Die Darstellung des Kupfers aus den kiesigen Erzen (Kupferkies, Buntkupfererz, Fahlerz, Kupferglanz u. s. w.) ist mit gröfseren Schwierigkeiten verknüpft, als die aus den ockrigen, besonders wenn die Kupfererze, wie häufig der Fall, mit mancherlei anderen Erzen, z. B. Schwefelkies, Magnetkies, Arsenikkies, Zinkblende, Kobalt- und Nickelerzen u. s. w., zusammen vorkommen, von denen sie durch eine mechanische Aufbereitung nicht getrennt werden können. In allen Fällen unterwirft man dieselben zuerst einer Röstung, um sowohl einen Theil ihres Schwefelgehaltes und, wenn vorhanden, möglichst viel Arsenik und Antimon als oxydirte, flüchtige Verbindungen zu entfernen, als auch einen Theil des Eisens zu oxydiren. Das geröstete Erz wird darauf, unter Verschlackung der darin vorhandenen Gebirgsarten und des gebildeten Eisenoxydes zu Kupferstein (s. d.) verschmolzen, letzterer abermals, und zwar bis zur fast gänzlichen Entfernung des Schwefels, geröstet und die oxydirte Masse zu Schwarzkupfer reducirt. Der abgeröstete Kupferstein besteht gröfstentheils aus Kupferoxyd, Kupferoxydul (zuweilen auch etwas metallischem Kupfer) und Eisenoxyd, ferner aus den Oxyden anderer beigemengter Metalle, aus Kupfervitriol, Eisenvitriol, nebst anderen schwefelsauren und basisch schwefelsauren Salzen, so wie aus unabgerösteten Schwefelmetallen. Das Vorhandenseyn von Kupferoxydul und metallischem Kupfer rührt von der Einwirkung der beim Rösten entwickelten schwefligen Säure auf das gebildete Kupferoxyd her. Leitet man nämlich einen Strom von schwefligsaurem Gas über erhitztes Kupferoxyd, so wird dies unter Bildung von Schwefelsäure zu Kupferoxydul, bei einer gewissen Temperatur sogar zu metallischem Kupfer reducirt. Das Verschmelzen des gerösteten Kupfersteins zu Schwarzkupfer würde ein sehr unbefriedigendes Resultat liefern, wenn man nicht während dieser Schmelzung zugleich dafür sorgte, dass die Oxyde des Eisens und der anderen beigemengten Metalle von einer hinreichend kieselerdehaltigen Schlacke gröfstentheils aufgelöst werden. Aus dem Schwarzkupfer gewinnt man das heerdgaare und hammergaare Kupfer auf dieselbe Weise, wie bei der Zugutmachung der ockrigen Kupfererze bereits angegeben wurde. — Als eine nur an verhältnissmäfsig wenigen Orten ausgeführte Gewinnungsart des Kupfers ist die des Cementkupfers zu erwähnen, welche durch Fällung kupfervitriolhaltiger Wässer mittelst metallischen Eisens geschieht.

Da die Zugutmachung der ockrigen Kupfererze für sich nur an sehr wenigen Orten — hauptsächlich blofs zu Chessy in Frankreich und auf einigen russischen Hüttenwerken — stattfindet, und überhaupt durch ganz analoge Processe bewerkstelligt wird wie die der kiesigen, so genügt es hier, ausschliefslich diese letzteren näher zu betrachten. Die bereits gegebene allgemeine Beschreibung derselben wird das Verständniss der folgenden Details erleichtern. — Die Kupfergewinnung aus den kiesigen Erzen wird nach zweierlei Methoden ausgeführt, nämlich entweder durch den Schachtofen- oder durch den Flammofen-Process.

I. Gewinnung des Kupfers durch den Schachtofen-Process.

(Continentale Methode.)

Nach dieser ältesten, auf dem europäischen Continent fast allgemein gebräuchlichen Methode werden die Kupfererze folgenden hüttenmännischen Operationen unterworfen:

Die Röstung der Erze wird in Haufen oder Stadeln (s. Eisen, Gewinnung, S. 705) vorgenommen. Das specielle Verfahren hierbei ist auf den verschiedenen Hüttenwerken ein verschiedenes; es wird theils durch die Beschaffenheit der Erze, theils durch die des Brennmaterials, theils durch mancherlei andere locale Umstände bedingt. Bei Goslar am Unterharze errichtet man Rösthaufen in Form einer abgestumpften quadratischen Pyramide, deren untere Seite etwa 30 Fufs, deren obere Seite 10 Fufs und deren Höhe 7 Fufs beträgt. Zu unterst placirt man eine 1 — 1½ Fufs dicke Schicht von Kupfererzschlich (durch nasse Aufbereitung, d. h. durch Pochen und Waschen gewonnenes pulverförmiges Kupfererz); darüber wird eine doppelte Lage über's Kreuz gelegtes Scheitholz angebracht, in der man vier Zugkanäle ausspart, die von der Mitte jeder Pyramidenseite nach dem Centrum laufen und hier in einen — bei der späteren Aufschichtung des oberen Haufens fortgesetzten — senkrechten Kanal münden. Dieser obere Theil des Haufens wird aus mantelförmigen Schichten gebildet, die einen Kern von grobem Stuferz (gröfsere Erzstücke) umhüllen. Dem Kerne zunächst befindet sich weniger grobes Stuferz, dann folgen kleinere Erzstücke, und das Ganze wird von einer Lage Schlich umgeben. Das Anzünden des Haufens geschieht durch glühende Kohlen, welche man in den gedachten essenförmigen Kanal wirft. Das Brennmaterial dient nur zur Einleitung des Brandes, welcher durch das bald erfolgende Entzünden der schwefelreichen (aus Schwefelkies, Kupferkies und Blende bestehenden) Erze fortgesetzt wird. Der beträchtliche Schwefelkiesgehalt der Erze ist die Veranlassung einer dem Goslar'schen Röstprocesse eigenthümlichen Schwefelgewinnung. Ungefähr 14 Tage nach dem Anzünden des Haufens fängt nämlich, aufser der bis dahin schon reichlich entwickelten schwefligen Säure, auch dampfförmiger Schwefel sich in grofser Menge zu entwickeln an. Sobald dies eintritt, werden in die obere Fläche des Haufens, innerhalb der bedeckenden Schlichschicht, 25 fufstiefe und fufsbreite Löcher gestampft, deren Wänden man durch Ueberstreichen mit einem wässerigen Brei von Eisenocker die erforderliche Dichtheit giebt. In diesen Vertiefungen sammelt sich flüssiger Schwefel an, welcher alle 12 Stunden ausgeschöpft wird. Die Röstung eines solchen Haufens währt über 20, bei ungünstiger Witterung bis gegen 30 Wochen. Aber selbst während dieser langen Zeit ist das Erz noch nicht hinreichend abgeröstet, d. h. hinreichend von seinem Schwefel befreit und oxydirt worden. Hierzu sind noch zwei Röstungen erforderlich. Bei der zweiten Röstung pflegt man das Erz von dreien einmal gerösteten Haufen zu einem Haufen zu vereinigen, indem man die sich in verschiedenem Zustande der Abröstung befindenden Erzstücke in horizontalen Schichten auf eine Unterlage von Brennmaterial legt, die am wenigsten abgerösteten zu unterst. Diese zweite Röstung dauert 6 — 10 Wochen, und die dritte, zu welcher nur das bei der zweiten Röstung noch nicht genug abgeröstete Erz ge-

nommen wird, 4—5 Wochen. Die Erfahrung hat gelehrt, dass die Erze in Folge dieser dreifachen Röstung, durch Oxydation der in ihnen enthaltenen Metalle, ungefähr 20 Proc. zunehmen. — In der Grafschaft Mansfeld gestattet es die Beschaffenheit der hier verarbeiteten Kupfererze, den Röstprocess auf einfachere Art vorzunehmen und in kürzerer Zeit zu beenden. Die Erze bestehen hauptsächlich aus dem sogenannten Kupferschiefer, einem bituminösen kalkhaltigen Thonschiefer, in welchem Kupferkies, Buntkupfererz und Kupferglanz eingesprengt vorkommen. Der Kupfergehalt dieser Schiefer pflegt zwischen 2½ und 4 Proc. zu variiren. Man schichtet dieselben zu Haufen von verschiedener Gröfse auf, z. B. von 6 Fufs Höhe, 10 — 12 Fufs Breite und 50 — 80 Fufs Länge. In dem unteren Theile der Haufen wird eine Lage Reisigbündel angebracht, durch deren Entzünden die Röstung eingeleitet und nach 4 — 6 Wochen beendet zu werden pflegt. Der Bitumengehalt unterstützt das Brennen der Schiefer in hohem Grade, und ihre lockere Beschaffenheit, welche durch die Erhitzung noch zunimmt, erleichtert die Abröstung in dem Maafse, dass dieselbe nach einem Brande beendet ist. Die Aufmerksamkeit der die Röstung beaufsichtigenden Arbeiter muss sogar mehr darauf gerichtet seyn, einer zu starken Röstung vorzubeugen, als eine zu schwache zu verhüten; indem es leicht geschehen kann, dass, bei der verhältnissmäfsig nur geringen Menge vorhandenen Schwefeleisens, zu viel Schwefel entfernt wird, also nicht genug davon zur Kupfersteinbildung zurückbleibt. — Ein eigenthümlicher Röstprocess wird zu Röraas in Norwegen ausgeführt. Die Erze bestehen hier gröfstentheils aus Schwefelkies, in welchem Kupferkies fein eingesprengt vorkommt. Der durchschnittliche Kupfergehalt beträgt ungefähr 4 Procent. Die auf einer Unterlage von Scheitholz zu länglich pyramidalen Haufen aufgeschichteten Erze werden, wie die Mansfelder, durch einmaliges Brennen gut geröstet. Es tritt hierbei aber die eigenthümliche Erscheinung ein, dass man beim Zerschlagen jedes abgerösteten Erzstückes in seiner Mitte einen zusammengesinterten Kern findet, in welchem sich fast der ganze Kupfergehalt des Stückes concentrirt hat. Die Erklärung dieser Thatsache ist sehr einfach. Jedes Erzstück wird allmälig von aufsen nach innen abgeröstet, d. h. der Schwefelkies (oder vielmehr der Schwefel desselben) geräth in Brand und wird hierbei in eine poröse Masse von Eisenoxyd umgewandelt. Bei dieser nach dem Centrum des Stückes fortschreitenden Umwandlung wird das weit schwerer zerlegbare Schwefelkupfer (mit einem Antheile Schwefeleisen) nicht abgeröstet, kommt aber zum Schmelzen und wird als flüssige Masse nach und nach gegen das Innere des Stückes getrieben. Durch einen leicht anzustellenden Versuch kann man sich diese Wirkung veranschaulichen. Bestreicht man das eine Ende eines Papierstreifens mit Talg und zündet denselben an diesem Ende an, so wird beim Fortschreiten der Flamme der flüssige Talg bis zum entgegengesetzten Ende geführt, gleichviel in welcher Lage sich der Papierstreifen während der Verbrennung befindet. In Folge dieser Concentration des Kupfergehaltes in einen Kern kann die ihn umgebende nur sehr wenig kupferhaltige Masse abgeschlagen und ihre Verschmelzung erspart werden. Es bedarf kaum der Andeutung, dass die Kernröstung kein willkürlich hervorzurufender Process, sondern nur die Folge jener eigenthümlichen Erzbeschaffenheit ist. Ueberall, wo Erzstücke abgeröstet werden, welche aus kleinkörnigem Schwefelkies mit fein eingesprengtem Kupferkies be-

stehen, wird eine solche Kernbildung erfolgen. Aufser zu Röraas ist dies zu Agordo in Oberitalien der Fall [1]).

Das Erzschmelzen (Rohschmelzen, Suluschmelzen), d. h. das Schmelzen des gerösteten Erzes zu Kupferstein (Rohstein), wird in Schachtöfen (s. d.) verschiedener Construction ausgeführt. In älterer Zeit wendete man Oefen mit 4—6 Fufs hohen Schächten, sogenannte Krummöfen, allgemein hierzu an. Die bessere Benutzung des Brennmaterials in höheren Schächten hat diese Art der Oefen nach und nach fast ganz verdrängt. Schächte von 16—20 Fufs Höhe sind jetzt die gebräuchlichsten. Weniger einig ist man hinschtlich der zweckmäfsigsten Art des Zumachens, Zustellens dieser Oefen, was jedoch auch kaum von erheblicher Bedeutung seyn dürfte. Auf einigen Hüttenwerken bedient man sich der Tiegel-, auf anderen der Sumpf- und auf noch anderen der Spur-Oefen; auch hat man in neuester Zeit Schachtöfen von ganz ähnlicher Construction wie die der Eisenhohöfen — nur von geringeren Dimensionen — angewandt. Da das geröstete Erz stets mehr oder weniger beträchtliche Quantitäten von Eisenoxyd enthält, so würde bei einem einfachen reducirenden Schmelzen leicht metallisches Eisen erzeugt und dadurch zu wesentlichen Uebelständen Veranlassung gegeben werden. Es ist deshalb nothwendig, das geröstete Erz, wenn es nicht bereits eine hinreichende Menge Kieselerde (in der beigemengten Gebirgsart) enthält, mit Quarz oder doch kieselerdereichen Zuschlägen zu beschicken. Das Eisenoxyd wird im Schachtofen zu Oxydul reducirt, und verbindet sich als solches mit der Kieselerde zu einer leichtflüssigen Schlacke, wenn die vorhandene Menge der letzteren in dem richtigen Verhältnisse zu der des Eisenoxyduls und der anderen Basen steht. Die Erfahrung hat gelehrt, dass eine Schlacke, welche in ihrer Zusammensetzung annähernd einem Bisilicate, nämlich $3RO.2SiO_3$, gleichkommt, den bei diesem Schmelzprocesse erforderlichen Grad der Leichtflüssigkeit besitzt. Sollte beim Rösten ein Theil Kupferoxyd oder Kupferoxydul entstanden seyn, so wird dies, wenn die Röstung nicht zu weit getrieben wurde, nicht von der Schlacke gelöst, sondern in metallisches Kupfer verwandelt. Das bis zu dem richtigen Grade abgeröstete Erz muss nämlich, aufser Schwefelkupfer und schwefelsaurem Kupferoxyd, stets noch eine gewisse Menge Schwefeleisen, Eisenvitriol u. s. w. enthalten. Beim Zusammenschmelzen von Schwefeleisen mit oxydirtem Kupfer in einem gewissen Verhältnisse, entsteht Eisenoxydul, schweflige Säure und metallisches Kupfer. Während dieser Verschlakkung des zu Eisenoxydul reducirten Eisenoxydes und während des Zusammenschmelzens dieser Schlacke mit den dem Erze beigemengten Gebirgsarten, scheiden sich die in der Beschickung vorhandenen und gebildeten Schwefelmetalle ab, und sammeln sich im unteren Theile des Schachtofens als Kupferstein an. Je nach der Construction des Ofens bleibt der Kupferstein unter einer Schlackendecke entweder im Ofen, bis er daraus abgestochen wird, oder er fliefst nebst der Schlacke unausgesetzt aus dem Ofen und sammelt sich in einer vor demselben angebrachten Vertiefung an. Der Schlacke muss hierbei Gelegenheit gegeben werden, sich vor dem Erstarren von den mechanisch eingeschlossenen Kupferstein-Partikeln zu reinigen. Geht diese Erstarrung zu schnell vor sich, so bleibt ein Theil der letzteren mechanisch in der

[1]) Magazin for Naturvidenskaberne, Bd. IX. S. 331.

Schlacke suspendirt. Hierin besteht der wesentlichste und vielleicht einzige Kupferverlust beim Erzschmelzen. Wirklich verschlacktes, als Oxyd oder Oxydul aufgelöstes Kupfer pflegt die Schlacke dieses Processes nur selten zu enthalten. Nach le Play [1]) hat dies seinen Grund in folgendem Umstande: Eine an Eisenoxydul-Silicat reiche Schlacke besitzt das Vermögen, eine geringe Menge Schwefeleisen aufzulösen, indem sich, wie le Play es nennt, ein Eisenoxydul-Sulfosilicat bildet. Die Gegenwart dieser Verbindung in der Schlacke verhindert die Auflösung des oxydirten Kupfers in derselben, weil das aufgelöste Schwefeleisen sich mit letzterem sogleich in Eisenoxydul und metallisches Kupfer zerlegt.

Das Rösten des Kupfersteins, welches ebenfalls in Haufen oder Stadeln ausgeführt wird, hat dessen möglichst vollständige Oxydation unter Verbrennung und Verflüchtigung seines Schwefelgehaltes zum Zweck. Dies lässt sich oft erst nach 5 — 8 Röstungen (Bränden) annähernd erreichen. Die Bildung einer nicht unbeträchtlichen Menge von Kupfer- und Eisenvitriol nebst den Vitriolen anderer vielleicht vorhandener Metalle (Nickel, Kobalt, Zink u. s. w.), so wie auch von verschiedenen basisch schwefelsauren Metalloxyden, ist hierbei unvermeidlich. Auf einigen Kupferhütten, wie z. B. auf den Mansfeldischen, unterwirft man daher den gerösteten Kupferstein einer Auslaugung zum Zweck der Vitriolgewinnung.

Das Verschmelzen des gerösteten Kupfersteins zu Schwarzkupfer (Schwarzkupferarbeit, Steinschmelzen, Lechschmelzen, Schwarzmachen, Rothkupferschmelzen) geschieht in Schachtöfen von geringerer Höhe als die beim Erzschmelzen gebräuchlichen. Wollte man sich eben so hoher Schächte wie bei letzterem bedienen, so würde man Gefahr laufen, einen Theil des Eisenoxyds zu metallischem Eisen zu reduciren; und zwar bei diesem Processe noch leichter als beim Erzschmelzen, weil der geröstete Kupferstein nicht, wie das geröste Erz, mit Gebirgsarten gemengt ist, durch deren Schmelzen dem Eisenoxydul Gelegenheit zur baldigen Verschlackung gegeben wird. Ueberdies muss die Schwarzkupferarbeit bei einem höheren Temperaturgrade (lebhafterem Gebläsewechsel und stärkerer Windpressung) betrieben werden als das Erzschmelzen, weil es hier darauf ankommt, das weit strengflüssigere Schwarzkupfer zu schmelzen und flüssig zu erhalten; welche hohe Temperatur die Reduction des Eisenoxyduls zu metallischem Eisen in einem hohen Schachte sehr befördern würde. In dem oberen Theile eines solchen Schachtes würde sich metallisches Eisen bilden, welches der auflösenden Wirkung, sowohl der Schlacke, als des Schwarzkupfers, im unteren Schachtraume widerstehend, sich als eine halb geschmolzene Masse — sogenannte Eisensau (s. d.) — abscheiden und den Gang des Ofens mehr oder weniger erschweren müsste. Wegen der beträchtlichen Menge des zu verschlackenden Eisenoxyduls und der Abwesenheit aller Gebirgsart, sind kieselerdereiche Zuschläge bei der Schwarzkupferarbeit noch nöthiger als beim Erzschmelzen. Auch bedient man sich eines Zusatzes der bei letzterem Processe gefallenen (Bisilikat-)Schlacke, welche wegen ihres Ueberschusses an Kieselerde noch eine hinreichend auflösende Wirkung besitzt. Da durch die Röstung des Kupfersteins

---

[1]) Description des procédés metallurgiques employés dans les pays des Galles pour la fabrication du cuivre, p. 211.

eine vollständige Entfernung des Schwefels aus demselben nicht zu erreichen ist, so kann eine abermalige Steinbildung bei der Schwarzkupferarbeit nicht vermieden werden. Unmittelbar über dem Schwarzkupfer sammelt sich eine dünne Steinschicht an, der sogenannte Dünnstein, welcher, mit gewöhnlichem Kupferstein gemengt, später derselben Zugutmachung, wie letzterer, unterworfen wird. Schwarzkupfer und Dünnstein, welche, je nach der Einrichtung des Ofens, entweder sich innerhalb des Ofens ansammeln und von Zeit zu Zeit daraus abgestochen werden, oder unausgesetzt in eine vor dem Ofen angebrachte Vertiefung (Vorheerd) fliefsen, werden dadurch von einander getrennt, dass man den zuerst erstarrenden Dünnstein vom noch flüssigen Schwarzkupfer abhebt. Letzteres, seiner schützenden Decke beraubt, fängt nun auf seiner Oberfläche ebenfalls an zu erstarren und wird, wie der praktische Ausdruck lautet, in Scheiben gerissen, d. h. die erstarrten scheibenförmigen Schwarzkupferkrusten werden nach und nach abgehoben. Diese Theilung des Kupfers in Scheiben gewährt bei der darauf folgenden weiteren Zugutmachung den Vortheil, dass das Einschmelzen und die dabei vorliegenden Zwecke dadurch erleichtert werden. Das Schwarzkupfer pflegt zu 70 — 90 und mehr Procenten aus Kupfer zu bestehen, aufserdem aber hauptsächlich Eisen, nebst etwas Schwefel und Kohle zu enthalten. Als zufällige Nebenbestandtheile treten zuweilen Antimon, Arsenik, Nickel, Kobalt, Zink, Blei, Silber u. s. w. darin auf. — Bei der Zugutmachung unreiner Kupfererze, namentlich bei solchen, welche Blende, Arsenikkies, Fahlerz, Bleiglanz u. s. w. in beträchtlicher Menge bei sich führen, pflegt man den Kupferstein nicht vollständig abzurösten, sondern nur (in 2 bis 3 Bränden) so weit, dass beim reducirenden Schmelzen desselben kein Schwarzkupfer, sondern abermals ein Stein, der sogenannte Concentrationsstein (Spurstein, Doppellech), gewonnen wird, den man darauf vollständig abröstet und zu Schwarzkupfer verschmelzt. Durch ein solches Concentrations-Schmelzen wird ein gröfserer Theil der fremden Beimengungen verschlackt und also ein reineres Schwarzkupfer erhalten.

Das Gaarmachen des Schwarzkupfers (Heerdgaarmachen) wird gewöhnlich im Gaarherde vorgenommen. Ein Kupfergaarherd besteht in einem massiven Gemäuer, auf dessen oberer Fläche eine sphärische Vertiefung, die Heerdgrube, angebracht ist, welche man in die aus sogenanntem schwerem Gestübe (3 Volumtheilen gepochtem und gesiebtem Thon und 1 Volumtheile Kohlenlösche) bestehende Heerdmasse eingestampft, und durch Auflegen von glühenden Kohlen gehörig abgewärmt und getrocknet hat.

In einer Heerdgrube von 2 Fufs oberem Durchmesser und 8 Zoll Tiefe können 5 — 6 Ctr. Schwarzkupfer eingeschmolzen und gaar gemacht werden. Das Einschmelzen geschieht mittelst eines Gebläses, welches auf die in der Heerdgrube befindlichen Kohlen wirkt, und dadurch die darüber gelegten Kupferscheiben allmälig erweicht und zum Niederfliefsen in die Heerdgrube bringt. Es werden hierbei die niedergegangenen Scheiben so lange durch neue ersetzt, bis das bestimmte Quantum eingeschmolzen ist. Schon während dieses Einschmelzens wird den fremden Beimengungen des Kupfers Gelegenheit zur Oxydation gegeben. Schwefel als schweflige Säure, Arsenik als arsenige Säure, Antimon als Antimonoxyd fangen an sich zu verflüchtigen. An Stellen, wo durch unmittelbare Berührung mit der Kohle oder durch

Einwirkung reducirender Gasarten eine Reduction bei hinreichender Hitze stattfindet, wird auch wohl Zink in metallischer Gestalt verflüchtigt, als Dampf aber bald wieder zu Zinkoxyd oxydirt. Die Fortsetzung dieses Reinigungsprocesses findet durch Einwirkung der Gebläseluft auf das unter einer lockeren Decke von glühenden Kohlen geschmolzene Kupfer statt. Eisenoxyd und die anderen nicht flüchtigen Oryde scheiden sich in Gemeinschaft mit Kupferoxydul auf der Oberfläche des Kupfers als Gaarschlacke ab, welche von Zeit zu Zeit abgezogen wird. Zinn und Silber lassen sich auf solche Weise nicht aus dem Kupfer entfernen; Zink, Antimon, Arsenik, Nickel und selbst Blei gewöhnlich nur theilweise; Eisen und Schwefel am vollständigsten. Ein durch die erstgenannten Bestandtheile beträchtlich verunreinigtes Schwarzkupfer wird daher durch den Process des Heerdgaarmachens niemals in ein Kupfer von besonderer Güte umzuwandeln seyn. Ein besseres Resultat würde erreicht werden, wenn die unmittelbare Berührung des schmelzenden und geschmolzenen Kupfers mit den glühenden Kohlen vermieden würde. Theils durch diese Berührung, theils durch die Einwirkung einer mehr oder weniger reducirenden Flamme auf die Oberfläche des geschmolzenen Kupfers wird dem eigentlichen Zwecke entgegengearbeitet. Am besten gelingt der Process, wenn das Einschmelzen nicht zu schnell geschieht, sondern wenn das Kupfer tropfenweise den Gebläsestrom passirt und sich hierdurch schon möglichst gereinigt im Heerde ansammelt; denn auf das bereits eingeschmolzene Kupfer geht die oxydirende Einwirkung nur langsam und schwierig vor sich. Der Geschicklichkeit und Umsicht des Arbeiters ist daher bei diesem Processe wie beim Frischen des Eisens der gröfste Theil des Gelingens anheim gegeben. Nicht allein während der ganzen Dauer des Processes hat der Arbeiter seine Aufmerksamkeit auf denselben zu richten, sondern auch den Zeitpunkt abzupassen, in welchem das Kupfer den erreichbaren Grad der Gaare erlangt hat, und nach welchem es nur zur Vermehrung seines Kupferoxydulgehaltes und unnützer Gaarschlacken-Bildung noch ferner im Heerde verweilen würde. Als Erkennungsmittel dient hierbei die Gaarprobe, welche mittelst des Gaareisens (s. d.) ausgeführt wird, zur richtigen Beurtheilung aber viel Uebung fordert.

Die Unvollkommenheiten des Gaarmachens in Heerden haben zu dem Gaarmachen im Flammofen geführt. Es giebt zwei Arten dieses letzteren, nämlich im Spleifsofen und im Englischen Flammofen. Der Spleifsofen oder grofse Kupfergaarheerd ist von ganz ähnlicher Einrichtung wie ein Treibeheerd (s. Silber, Gewinnung). Wie dieser ist er mit einer sogenannten Haube versehen, welche ein flaches Kuppelgewölbe über dem runden oder elliptischen, muldenförmig vertieften Heerde bildet. Wegen des beim Gaarprocess erforderlichen höheren Hitzgrades ist diese Haube jedoch nicht, wie am Treibeheerd, beweglich, sondern aus feuerfesten Backsteinen aufgeführt. Auf einer Seite der Feuerung, dicht neben derselben, münden zwei Düsen ein, durch welche die zur Oxydation nöthige Luft eingeblasen wird. Die Heerdmasse besteht entweder aus schwerem Gestübbe oder aus einem Gemenge von Thon und Sand. Je nach der Gröfse eines solchen Spleifsofens werden 30—60 Ctr. Schwarzkupfer auf einmal in denselben eingetragen und gaar gemacht. Das Verfahren hierbei ist ganz analog dem Gaarmachen im kleinen Gaarheerde. Wegen der weit vollkommneren Oxydation wird ein reineres heerdgaares Kupfer erhalten, zugleich aber

allerdings auch eine gröfsere Menge Kupfer als Oxydul verschlackt. Sobald die Gaare erreicht ist, sticht man das flüssige Kupfer in zwei dicht neben dem Spleifsofen angebrachte Heerde, Spleifsheerde, ab, um es hier zu Scheiben zu reifsen, zu spleifsen. — Das Gaarmachen im englischen Flammofen wird im folgenden Abschnitte beschrieben werden.

Nur bei sehr reinem Schwarzkupfer, wie dasselbe auf einigen Hüttenwerken gewonnen wird, würde es nicht zweckmäfsig seyn, den Heerdgaarprocess gegen das Gaarmachen im Flammofen zu vertauschen, weil in diesem Falle die Heerde hinreichende Dienste leisten und geringeren Kupferverlust, als die Flammöfen, zur Folge haben.

Das Hammergaarmachen des heerdgaaren Kupfers wird in ganz ähnlichen Heerden wie der vorhergehende Process ausgeführt. Die Scheiben des heerdgaaren Kupfers, welche durch Aufgiefsen von Wasser auf die geschmolzene Masse desselben und Abheben der erstarrten Krusten (Scheibenreifsen) erhalten wurden, schmilzt man auf ähnliche Weise, wie zuvor beschrieben, ein, richtet jedoch sein Augenmerk auf eine mehr reducirende Wirkung dieses Niederschmelzens, um dem Hauptzwecke desselben — Reduction des vorhandenen Kupferoxyduls — zu entsprechen. Wenn dieser Process auch weniger schwierig, als der des Heerdgaarmachens ist, so erfordert er dennoch ebenfalls geübte und aufmerksame Arbeiter, weil es sonst leicht geschehen kann, dass das vermeintlich hammergaare Kupfer entweder noch kupferoxydulhaltig ist (übergaares Kupfer) oder einen Antheil an Kohle aufgenommen hat (zu junges Kupfer), wodurch in beiden Fällen seine Brauchbarkeit beeinträchtigt werden würde. Die beste Art, den Grad der Gaare des eingeschmolzenen Kupfers zu untersuchen, ist die besonders in England gebräuchliche, von welcher im folgenden Abschnitte die Rede seyn wird.

Sowohl in Bezug auf das heerdgaare als auf das hammergaare Kupfer sehe man ferner den Artikel Gaarkupfer.

II. Gewinnung des Kupfers durch den Flammofenprocess.

(Englische Methode.)

Der grofse Reichthum Englands an dem für den Flammofenprocess geeignetsten Brennmaterial, der Steinkohle, war wohl die erste Veranlassung, die ältere Methode der Kupfergewinnung gegen eine neuere, die Zugutmachung durch Schachtöfen gegen die durch Flammöfen zu vertauschen. Mit dieser, in Bezug auf englische Verhältnisse, vortheilhaften ökonomischen Seite, verbindet die neuere Methode zugleich einige Vorzüge von allgemeinerer Wichtigkeit, deren im Folgenden Erwähnung geschehen wird. Die Principien, welche der englischen Zugutmachungsart zu Grunde liegen, sind im Wesentlichen von denen der continentalen nicht verschieden; die Abweichungen, welche dabei vorkommen, sind hauptsächlich nur durch die Verschiedenheiten des Flammofenprocesses von denen des Hohofenprocesses bedingt. Die Erze werden zuerst geröstet und darauf zu Rohstein verschmolzen; den Rohstein röstet man nur so weit, dass er bei seiner reducirenden Schmelzung abermals einen Rohstein — Concentrationsstein — giebt, welcher ebenfalls nicht ganz abgeröstet, sondern zu einem zweiten Concentrationsstein verschmolzen zu werden pflegt. Erst durch Röstung und Verschmelzung des letzteren wird Schwarzkupfer, aus diesem aber durch einen einzigen Process sogleich hammergaares Kupfer gewonnen. Bei Verarbeitung sehr armer und unreiner Erze wird auch der zweite Concentrationsstein

nicht sogleich auf Schwarzkupfer verschmolzen, sondern ein drittes, viertes, mitunter sogar mehrmaliges Concentrationsschmelzen angewendet.

Das Rösten der Erze weicht, bei Anwendung von Stuferzen (wie z. B. auf der Insel Anglesea), nicht von dem bei der continentalen Methode gebräuchlichen Verfahren ab. Die durch nasse Aufbereitung, d. h. Pochen und Waschen, aus ärmeren Kupfererzen gewonnenen Schliche werden dagegen in Flammöfen geröstet, und derselben Röstungsart bedient man sich bei den durch Walzwerke zerkleinerten Stuferzen. Die hierzu dienenden Flammöfen haben auf allen englischen Kupferhütten eine sehr ähnliche Construction. Die nähere Einrichtung derselben liegt unserem Zwecke zu fern, als dass dieselbe hier ein Gegenstand der Betrachtung werden könnte. Nur Folgendes davon dürfte Erwähnung verdienen.

Der Heerd der Röst-Flammöfen ist von elliptischer Gestalt, mit Durchmessern von ungefähr 18 Fufs und 15 Fufs; die Feuerbrücke ist 2 Fufs breit und mit einem zu ihrer Abkühlung dienenden Kanal versehen. An jeder der beiden langen Seiten des Ofens sind zwei Thüröffnungen (Arbeitsöffnungen) angebracht; zuweilen auch noch eine fünfte der Fuchsseite gegenüber (s. Flammofen). In einen solchen Ofen werden 60—70 Ctr. Schliche oder gewalzte Erze auf einmal eingetragen oder vielmehr durch zwei im Ofengewölbe befindliche 8 □ Zoll grofse Oeffnungen, mittelst darüber angebrachter eiserner Trichter auf den Heerd geschüttet, und hier geebnet und gleichmäfsig über die ganze Heerdfläche vertheilt. Die Röstzeit währt zwölf Stunden. Man steigert während derselben die Feuerung allmälig, jedoch so, dass auch gegen das Ende derselben noch keine Zusammensinterung oder gar theilweise Schmelzung eintritt. Durch fortgesetztes Rühren mit eisernen Rührhaken wird einer solchen schädlichen Wirkung entgegengearbeitet, und dem Erze zugleich Gelegenheit zur zweckdienlichen Oxydation gegeben.

Zum Erzschmelzen, nämlich dem Verschmelzen des gerösteten Erzes zu Kupferstein, *coarse metal*, wendet man andere Flammöfen an, als zum Erzrösten. Diese Schmelz-Flammöfen sind kleiner als die Röstöfen, haben weniger Thüröffnungen und keinen ebenen, sondern einen muldenförmig vertieften Heerd zur Ansammlung des flüssigen Rohsteins. Auf den Svanseaer Kupferhütten wird das Erzschmelzen in der Art vorgenommen, dass man etwa 30 Ctr. geröstetes Erz durch die Thüröffnungen auf den Heerd bringt, hier gleichförmig ausbreitet und mit einer Schicht Schlacke (von dem Verschmelzen des gerösteten Kupfersteins) bedeckt. Die Arbeitsöffnungen werden darauf gänzlich verschlossen und mit Lehm verstrichen, um jeden Luftzutritt durch dieselben zu verhindern. Durch fleifsiges und starkes Schüren wird die Beschickung bald zum Schmelzen gebracht. Ist der flüssige Zustand eingetreten, so wird die Arbeitsthür geöffnet und durch lebhaftes Umrühren die möglichst vollständige Sonderung des Kupfersteins von der Schlacke bewirkt. Darauf entfernt man die flüssige Schlacke mittelst einer eisernen Kratze durch die Arbeitsöffnung aus dem Ofen, giebt eine neue Quantität Erz auf, und verfährt wie früher. Dieses Nachtragen wird so oft wiederholt, bis sich der muldenförmig vertiefte Heerd mit Kupferstein gefüllt hat, was nach dem dritten Einsatze der Fall zu seyn pflegt, worauf man den Kupferstein durch die Stichöffnung in einen vor dem Ofen angebrachten Wasserbehälter fliefsen lässt, um ihn zu granuliren und dadurch zur folgenden Röstung geschickter zu machen. — Aus dem beschriebenen

Verfahren ersieht man, dass es bei diesem Flammofenprocesse darauf abgesehen ist, die unter gewöhnlichen Umständen mehr oder weniger oxydirende Wirkung des Flammofens in eine möglichst reducirende zu verwandeln. Durch das starke Schüren bei verschlossenen Arbeitsöffnungen wird der Ofen mit reducirenden Gasarten angefüllt, welche durch die lockere Schlackenschicht bis zu dem gerösteten Erze dringen und auf dasselbe einwirken. Dieser Einwirkung wird jedoch durch die eintretende Schmelzung jener Schlacke eine Gränze gesetzt; noch vor Beendigung der Reduction verhindert die geschmolzene Schlacke fast jede fernere Wirkung der reducirenden Gasarten auf das geröstete, theilweise reducirte Erz, welches, aufser Gebirgsart, hauptsächlich Eisenoxyd, Eisenoxydul, Schwefeleisen, schwefelsaures Eisen, Kupferoxyd, Kupferoxydul, Schwefelkupfer, schwefelsaures Kupfer enthält. Möglicherweise ist die Reduction beim Schmelzen der Schlacke schon so weit vorgeschritten, dass vorzugsweise nur Eisenoxydul, Schwefeleisen, Kupferoxydul und Schwefelkupfer vorhanden sind. Wie dem aber auch sey, man sollte glauben, dass bei der Berührung einer solchen Masse mit der kieselerdereichen Schlacke, Kupferoxydul in mehr oder weniger beträchtlicher Menge verschlackt werden müsste. Aus Gründen, wie sie bereits bei dem Erzschmelzen in Schachtöfen angeführt wurden, ist dies nicht der Fall. Kupferoxyd oder Kupferoxydul, welches mit Schwefeleisen in Contact kommt, wird durch dasselbe zu metallischem Kupfer reducirt, während sich dabei das seines Schwefels beraubte Eisen oxydirt. Aber nicht allein in dem noch ungeschmolzenen Erze und in dem bereits geschmolzenen Kupferstein, sondern sogar, wie ebenfalls oben erwähnt, auch in der Schlacke ist Schwefeleisen, als Eisenoxydul-Sulfosilicat, vorhanden, so dass folglich dem Kupfer jeder Weg zur Verschlackung abgeschnitten ist. Das Vorhandenseyn einer gewissen Menge Schwefeleisen bei diesem Processe stellt sich daher als Nothwendigkeit heraus; und zwar ist das Schwefeleisen bei dem Erzschmelzen in Flammöfen ein noch nothwendigeres Reductionsmittel, als bei diesem Schmelzen in Schachtöfen. Bei letzterem ist das Erz auf seinem ganzen Wege durch den Schacht der Einwirkung der reducirenden Gasarten ausgesetzt, bei ersterem dagegen einer weit unvollkommneren, durch die baldige Bildung der flüssigen Schlackenschicht unterbrochenen Wirkung derselben. Das vorgedachte lebhafte Umrühren der geschmolzenen Massen dient nicht blofs zur mechanischen Förderung der Kupfersteinabsonderung, sondern auch zur möglichst ausgedehnten Wirkung des Schwefeleisens.

Das Rösten des Kupfersteins, *calcining of coarse metal*, geschieht auf den meisten englischen Kupferhütten in denselben Flammöfen, in denen das Erz geröstet wurde. Auf der Insel Anglesea, wo man die Stuferze in Haufen abröstet, wendet man dazu dieselben Flammöfen an, in denen später, nach zweckmäfsiger Veränderung des Heerdes, die Verschmelzung des gerösteten Kupfersteins vorgenommen wird. Nach dem Svanseaer Verfahren machen 60 — 70 Ctr. granulirter Kupferstein eine Ofenbeschickung (*charge*) aus. Bei der Röstung derselben muss, wegen gänzlicher Abwesenheit von Gebirgsart und in Folge davon leichter eintretender Sinterung und Schmelzung, mit noch gröfserer Vorsicht und langsamerer Steigerung des Hitzgrades als beim Erzrösten verfahren werden. Der Röstprocess pflegt daher auch vor Ablauf von 24 Stunden nicht beendet zu seyn. Die chemischen Vorgänge sind dieselben wie die beim entsprechenden Processe der conti-

nentalen Methode; in der Regel aber bezweckt und erhält man ein weniger abgeröstetes Product, weil die Entfernung einer zu beträchtlichen Menge des Schwefels die oben erwähnten Concentrations-Schmelzen nicht — oder doch nur mit Kupferverlust — gestatten würde. Je unreinere und ärmere Erze man verarbeitet, je mehrmalig dieselben daher einem Concentrations-Schmelzen unterworfen werden sollen, desto weniger vollkommen darf die Abröstung des Kupfersteins geschehen. Nur in selteneren Fällen wendet man ein einziges, gewöhnlich ein mehrmaliges Concentrations-Schmelzen an; niemals aber wird in England aus dem gerösteten Kupferstein unmittelbar Schwarzkupfer erzeugt.

Die Concentrations-Arbeit, nämlich sowohl das Verschmelzen des gerösteten Kupfersteines zu einem Concentrationsstein, als auch die ein- oder mehrmalige Wiederholung dieser Operation, geschieht in denselben Flammenöfen, in denen die Reduction des gerösteten Erzes ausgeführt wurde. Wir wollen annehmen, dass, wie häufig der Fall, eine zweimalige Concentration vorgenommen werden soll. Der Gang der Arbeit ist alsdann folgender: Eine Partie von ungefähr 20 Ctr. geröstetem Kupferstein wird auf dem muldenförmig vertieften Schmelzheerde ausgebreitet und mit einer Schicht Schlacke von dem nächstfolgenden Schmelzprocesse (der zweiten Concentrations-Arbeit) bedeckt. Diese Schlacken enthalten aufser Eisenoxydul eine nicht unbeträchtliche Menge Kupferoxydul; durch ihr Verschmelzen mit einer immer noch schwefelreichen Beschickung wird die — wenigstens theilweise — Reduction des Kupferoxyduls bewirkt. Auch andere kupferhaltige Schmelzproducte (Gekrätze) pflegt man zuzusetzen, namentlich Stücke von schadhaft gewordenen Heerdsohlen, welche zugleich durch ihren hohen Kieselerdegehalt von guter Wirkung auf den Gang des Processes sind. Nach einem 5—6stündigen Schmelzen bei verschlossener Arbeitsthür wird letztere geöffnet, die Schlacke abgezogen und der Stein zur Granulation in einen Wasserbehälter fliefsen gelassen. Dieser granulirte erste Concentrationsstein heifst *fine metal*. Die gebildeten eisenoxydulreichen Schlacken, welche von krystallinischer, der Eisenfrischschlacke ähnlicher Beschaffenheit sind, werden entweder als Zuschlag beim Erzschmelzen gebraucht, oder, zur möglichsten Abscheidung ihres Kupfergehaltes, für sich reducirend verschmolzen. Das *fine metal* wird darauf abermals geröstet und zu dem zweiten Concentrationsstein, *coarse copper*, reducirt, welcher keiner Granulation unterworfen, sondern in einen Sandheerd abgelassen und nachher in Stücke zerschlagen wird. Soll dagegen, in Folge günstiger Beschaffenheit der Erze, nur eine einmalige Concentrations-Arbeit vorgenommen werden, so findet keine Granulation statt; der Stein wird sogleich in einen Sandheerd abgestochen, und heifst alsdann *blue metal*. Die weitere Verarbeitung des letzteren und die des *coarse copper* weichen nicht wesentlich von einander ab. Bei einer mehr als zweimaligen Concentration werden die zuerst fallenden Steine granulirt, der zuletzt erhaltene dagegen ebenfalls nicht. Man granulirt nämlich nur solche Steine, welche einer besonderen Röstung, *calcining*, im Röstflammofen unterworfen werden sollen; warum dies geschieht, findet man in dem folgenden von der Schwarzkupferarbeit handelnden Abschnitte angegeben. Auf der Insel Anglesea, wo man sehr arme und schwefelkiesreiche Erze verschmelzt, bedient man sich mit gutem Erfolge einer 5—6maligen Concentration, welche jedoch in der Art abweichend von der hier beschriebenen ausgeführt wird, dass

man die Processe der Röstung und Schmelzung nicht von einander trennt, sondern den bis zu einem gewissen Grade gerösteten Stein, ohne ihn aus dem Ofen zu ziehen, sogleich zur Schmelzung bringt.

Die Schwarzkupferarbeit. Welche der vorgedachten Arten der Concentration auch angewendet worden sey, das endliche Product derselben ist ein schwefelarmer Stein, *blue metal*, oder ein noch schwefelärmerer, *coarse copper*, welcher letztere bereits als ein unreines Schwarzkupfer zu betrachten ist. Zur weiteren Zugutmachung dieses Productes ist zunächst eine nochmalige Röstung erforderlich, die aber nicht von der darauf folgenden Schmelzung getrennt ausgeführt wird. Der zu kleinen Stücken zerschlagene Concentrationsstein, in einer Quantität von 24 — 30 Ctr., wird in den zur Schmelzung vorbereiteten Flammofen (mit muldenförmigem Heerd) eingetragen, und hier längere Zeit einer oxydirenden Hitzwirkung ausgesetzt, bei welcher noch keine Schmelzung erfolgt. Erst gegen das Ende der 12—24 Stunden dauernden Operation geräth die Masse in Fluss, und wird auch in diesem Zustande noch chemisch verändert, bis sie in Schwarzkupfer von normaler Beschaffenheit umgewandelt ist. Jene Art des, der Schmelzung unmittelbar vorhergehenden Röstens eines zerstückten (nicht granulirten) Kupfersteins nennt man *roasting*, zum Unterschiede von der früher beschriebenen, vollkommneren Röstungsart, *calcining*. Der Grund, aus welchem man sich hier der Röstung, *roasting*, anstatt der bei früheren Processen angewendeten Calcination, *calcining*, bedient, liegt im Zwecke der Schwarzkupferarbeit. Der hierzu angewendete Stein ist sehr kupferreich; wollte man denselben durch eine besondere Calcination möglichst vollständig abrösten, so würde die geröstete Masse gröfstentheils aus Kupferoxyd, Kupferoxydul, Eisenoxyd und den Oxyden der anderen, nur in geringen Mengen vorhandenen fremden Metalle bestehen. Bei der darauf folgenden reducirenden Schmelzung wäre nicht allein ein bedeutender Kupferverlust durch Verschlackung, sondern auch die Reduction einer beträchtlichen Quantität Eisenoxyd unvermeidlich. Man würde also bei gröfserem Zeit- und Kostenaufwande ein sehr unreines Schwarzkupfer erhalten. Durch die unvollkommnere Röstung, *roasting*, wird dagegen ein Gemenge von Oxyden, Schwefelmetallen und schwefelsauren Salzen gebildet, welche bei der später eintretenden Schmelzung in der Art auf einander einwirken, wie bereits früher mehrmals erwähnt. Aus Schwefeleisen und oxydirtem Kupfer entstehen schweflige Säure, oxydirtes Eisen und metallisches Kupfer. Eisenoxydul, Eisenoxyd, Kupferoxydul und die Oxyde anderer beigemengter Metalle, nebst etwas Kieselerde (zu deren Aufnahme die Ofenwände und der Heerd stets Veranlassung geben) bilden eine Schlacke, welche sich auf der Oberfläche des geschmolzenen Schwarzkupfers ausscheidet und vor dem Ablassen des letzteren davon entfernt wird. Wegen ihres Kupferreichthums wird diese Schlacke als Zuschlag bei der Concentrationsarbeit verwendet. Das von seiner Schlackendecke befreite Kupfer lässt man in Sandformen fliefsen, in denen es mit mehr oder weniger blasiger Oberfläche erstarrt. Auch auf dem Bruche pflegt dasselbe viele eingeschlossene Blasen zu zeigen und dadurch ein bienenzellartiges Ansehen zu erhalten. Aus diesem Grunde nennt man es in England *blistered copper*.

Die zum Gaarmachen des Schwarzkupfers dienenden Flammöfen (*refining furnaces*) sind von den bei den vorhergehenden Schmelzprocessen angewendeten Oefen im Wesentlichen nur dadurch

verschieden, dass sie ein höheres Flammengewölbe besitzen, und dass der Heerd gegen die Vorderseite des Ofens hin, dem Fuchs gegenüber, geneigt ist (s. Flammofen). Wie bei jenen anderen Schmelzprocessen besteht der Heerd auch hier aus einer etwa 30 Zoll dicken Sandschicht. In der Nähe der Vorderwand ist darin eine 6 Zoll tiefe Aushöhlung, der Sumpf, angebracht, aus welcher das gaar gemachte Kupfer ausgeschöpft und in Formen gegossen wird. Im Grundriss hat der Heerd eine elliptische Gestalt; sein gröfster Durchmesser beträgt 11 Fufs, sein kleinster 7 — 7½ Fufs. Jedoch sind diese Dimensionen nicht constant, und man hat Flammöfen, in denen 60 Ctr., und andere in denen bis gegen 100 Ctr. auf einmal gaar gemacht werden können. Das in Formen gegossene Rohkupfer wird auf den Heerd gesetzt und das Schüren in dem Maafse betrieben, dass nach 6 Stunden die Schmelzung beginnt und nach 10 Stunden alles Kupfer eingeschmolzen ist. Hat hierbei der Ofen die erforderliche Temperatur erreicht, so wird die auf der Oberfläche des flüssigen Kupfers ausgeschiedene Schlackenschicht abgezogen und zugleich mit einem eisernen Löffel eine Probe geschöpft, welche man in eine eiserne Form zu einer kleinen quadratischen Stange, dem Probezain, ausgiefst. Derselbe wird in einen Schraubstock gespannt und zerbrochen; das mehr oder weniger rothe Ansehen und überhaupt die ganze Beschaffenheit der Bruchfläche giebt ein Anhalten zur Beurtheilung, ob der Oxydationsprocess lange genug fortgesetzt ist, und ob nun die Reduction ihren Anfang nehmen kann. Durch das oxydirende Schmelzen sind die letzten Antheile fremder Beimengungen, namentlich Eisen und Schwefel, aus dem Kupfer entfernt, und Eisenoxyd, Kupferoxydul nebst den Oxyden anderer Metalle als Schlackenschicht abgesondert worden. Ein Theil des gebildeten Kupferoxyduls hat sich jedoch nicht auf diese Weise ausgeschieden, sondern derselbe ist in dem flüssigen Kupfer aufgelöst, welches sich dadurch im Zustande der Heerdgaare befindet. Wie bereits oben bemerkt, unterscheidet sich die englische Methode des Gaarmachens von der continentalen dadurch, dass das Hammergaarmachen, d. h. die Reduction jenes beigemengten Kupferoxyduls, nicht als ein besonderer Process, sondern nur als eine Abtheilung eines solchen vorgenommen wird. Sobald daher das Kupfer den Zustand der Heerdgaare angenommen hat, schreitet man sogleich zur Reduction, die dasselbe in den Zustand der Hammergaare bringt. Man bewirkt dies durch Aufschütten einer Schicht Holzkohlenpulver auf das flüssige Kupfer und durch fortwährendes Umrühren (*poling*) desselben mittelst einer hölzernen Stange. Indem sich letztere hierbei verkohlt und einen Strom reducirender Gase entwickelt, und indem auch die Oberfläche des Kupfers durch die, sobald nöthig, erneute Kohlenschicht stets einer reducirenden Wirkung ausgesetzt ist, so vermindert sich der beigemengte Kupferoxydulgehalt allmälig und das Kupfer nähert sich der Hammergaare. Durch fast ununterbrochen genommene Zainproben erhält man Aufschluss über die Beschaffenheit desselben. So wie ein solcher Probezain die erforderliche Festigkeit und Geschmeidigkeit des Kupfers darthut und auf seiner Bruchfläche eine lichtrothe Farbe, seidenartigen Glanz und ein feines, gleichförmiges Korn zeigt, ist der angemessene Grad der Hammergaare erreicht; das Umrühren wird nun sogleich eingestellt, und zum Ausschöpfen des gaaren Kupfers geschritten. Ein noch länger fortgesetztes Umrühren würde dahin wirken, dass das Kupfer Kohlenstoff in sich aufnähme und dadurch mehr oder weniger

schlechte Eigenschaften erlangte. Zum Ausschöpfen bedient man sich eiserner, mit Thon überzogener Kellen, mittelst deren man das Kupfer in eiserne Formen zu Barren oder Zainen giefst. Das zur Messingbereitung bestimmte Kupfer wird granulirt. Bei dem Giefsen in Formen zeigt das Kupfer zuweilen die Eigenthümlichkeit des sogenannten Steigens. Kurz vor seinem Erstarren in der Form tritt nämlich eine plötzliche Gasentwickelung ein, während welcher es von der Erstarrung überrascht wird, so dass das erstarrte Kupfer eine mehr oder weniger poröse, blasige Masse bildet. Nicht allein wegen dieser Beschaffenheit verursacht solches Kupfer bei seiner Verarbeitung, namentlich beim Ausstrecken, grofse Schwierigkeiten, sondern es scheint zugleich stets einen geringeren Grad der Geschmeidigkeit zu besitzen. Dass die Ursache des Steigens in einer Sauerstoffaufnahme des stark erhitzten geschmolzenen Kupfers liegt, welche jene spätere Gasentwickelung zur Folge hat, gewinnt durch das ähnliche Verhalten — das sogenannte Spratzen — des Silbers viel Wahrscheinlichkeit. Nähere Untersuchungen über dieses auch in wissenschaftlicher Hinsicht interessante Verhalten mangeln bis jetzt. Die Erfahrung hat gelehrt, dass das Steigen sich zuweilen, trotz aller angewendeten Vorsicht, nicht verhindern lässt, während wieder in anderen Fällen das Kupfer keine grofse Neigung dazu zu besitzen scheint. Als wirksamstes Mittel zu seiner Verhinderung wird von vielen Praktikern die bis zu einem gewissen Grade vorgeschrittene Abkühlung desselben vor dem Ausschöpfen und Ausgiefsen in die Formen angesehen. Die ganze Zeitdauer eines Gaarprocesses nach der englischen Methode beläuft sich auf ungefähr 20 Stunden; das 10 Stunden nach seinem Anfange beginnende Umrühren pflegt gegen 4 Stunden fortgesetzt zu werden, und die übrige Zeit mit Abkühlen des Kupfers bis zur Annahme der zum Ausschöpfen geeigneten Temperatur, mit der Operation des Barren- und Zaingiefsens u. s. w. zu verfliefsen.

Aus der gegebenen Beschreibung der englischen Methode der Kupfergewinnung ergiebt sich zur Genüge, dass dieselbe im Wesentlichen auf denselben Principien beruht wie die continentale, namentlich wie diejenige Art derselben, bei welcher man sich eines Concentrationsschmelzens bedient. Nur darin findet eine Abweichung statt, dass die Reduction des oxydirten Kupfers bei der englischen Methode im Ganzen mehr durch die gedachte Einwirkung der Schwefelmetalle (besonders des Schwefeleisens) geschieht, als durch Reduction mittelst des Brennmaterials, wie letzteres bei der continentalen Methode der Fall ist. Der Effect dieser verschiedenen Wirkungen bleibt aber derselbe. Eine nicht zu starke Abröstung der Erze und Steine stellt sich hiernach bei der englischen Methode noch nothwendiger heraus, als bei der continentalen. Erstere ist, theils wegen des längeren Processes, theils wegen der oxydirenden Wirkung der Flammöfen und noch mancherlei anderer mit diesen Oefen zusammenhängender Umstände, im Allgemeinen mit gröfseren Kupferverlusten verbunden, als die continentale; dieselben Ursachen aber, welche dies veranlassen, wirken auf die Erzeugung eines reineren Kupfers hin, indem den beigemischten fremden Metallen eine günstigere und anhaltendere Gelegenheit zur Oxydation und Verschlackung gegeben wird. Auch verhindert die Anwendung von Flammöfen, dass das Kupfer durch Substanzen verunreinigt wird, welche bei den Schachtöfen durch die Asche des Brennmaterials in dasselbe gebracht werden. Die englische Methode des Gaarmachens endlich ist ein in

mehrfacher Hinsicht vollkommnerer Process, als die auf dem Continent gebräuchliche. In Bezug auf alle diese Vergleichungen ist jedoch zu erinnern, dass sowohl locale als ökonomische Verhältnisse bei der Entscheidung über den Vorzug einer dieser Methoden von sehr erheblichem Einfluss seyn können [1]).

Eine ausführlichere, mit interessanten wissenschaftlichen Forschungen verbundene Beschreibung der englischen Methode auf ihrem gegenwärtigen Standpunkte, hat Le Play in seinem Werke *Description des procédés métallurgiques employés dans les pays des Galles pour la fabrication du cuivre* gegeben. Aeltere Beschreibungen dieser Art haben besonders Vivian [2]) und Dufrénoy und Elie de Beaumont [3]) geliefert.

III. Gewinnung des Cementkupfers.

An einigen Orten benutzt man kupfervitriolhaltige Grubenwässer zur Abscheidung des in ihnen vorhandenen Kupfers, indem man metallisches Eisen mit denselben in Contact bringt. Dies ist z. B. der Fall auf den Kupfergruben der Insel Anglesea und zu Schmölnitz in Ober-Ungarn. An ersterem Orte werden jene in sehr bedeutender Menge vorhandenen Wässer mit Hülfe von Pferdegöpeln (zur Speisung einer Dampfmaschine fehlt es an süfsem Wasser) zu Tage gehoben, und hier zunächst zur Klärung in ein grofses Bassin gebracht. Es setzt sich dabei viel basisch-schwefelsaures Eisenoxyd ab, welcher von der Zersetzung des zugleich vorhandenen Eisenvitriols herrührt und zur Bereitung von gelbem und rothem Eisenocker benutzt wird. Aus dem Klärungs-Bassin leitet man die schwache Lauge in die Cementgruben (*iron pits*), von denen mehrere Hunderte im Betriebe stehen, und in welchen sich stets eine Menge gegossenes und geschmiedetes Eisen befindet. Indem nun die Lauge nach und nach mehrere Systeme solcher Gruben passirt und in jedem derselben, unter öfterem Umrühren, längere Zeit verbleibt, wird ihr Kupfergehalt allmälig ausgefällt oder doch so weit vermindert, dass sie aus den letzten Cementgruben als nicht mehr nutzbar abgelassen werden kann. Auf dem Boden der Laugensümpfe sammelt sich hierbei ein hauptsächlich aus basisch schwefelsaurem Eisenoxyd und metallischem Kupfer bestehender Schlamm an, welcher, zu Batzen geknetet, in einem besonderen Ofen bei Flammenfeuer getrocknet wird. Die reichsten Schlämme enthalten bis zu 50 Proc. Kupfer; als Durchschnittsgehalt aller Schlämme ergiebt sich etwa 15 Procent. Der getrocknete Schlamm wird nicht für sich verarbeitet, sondern bei der Verschmelzung von Kupfererzen — und zwar beim ersten Concentriren des Kupfersteins — zugesetzt. Die Kupferproduction aus solchen Schlämmen auf der Insel Anglesea ist bedeutend; allein auf einer der daselbst befindlichen Gruben, der Monagrube, werden jährlich 12—15000 Ctr. Schlämme gewonnen, aus denen man 1600 — 2000 Ctr. Gaarkupfer darstellt. So waren wenigstens die Verhältnisse vor etwa 20 Jahren; wie sich dieselben in neuerer Zeit gestaltet haben, dürfte nicht zur öffentlichen Kenntniss gelangt seyn. Noch beträchtlicher ist die Pro-

---

[1]) C. Ström, Parallel between the British and the Continental methods of copper smelting, in The Mining Review, Nro. VII.

[2]) Annal. of Philos. New se ries, V. p. 113.

[3]) Annal. des mines, XI. p. 207. — Karst., Arch. XIII. S. 168.

duction von Cementkupfer zu Schmölnitz. Hier befindet sich eine grofse Anzahl alter, zum Theil gänzlich zu Bruche gegangener Kupfergruben, in denen bedeutende Massen ärmerer Kupfererze unabgebaut geblieben sind, deren gewöhnliche bergmännische Gewinnung nicht lohnend seyn würde. Da nur geringe Grubenwässer vorhanden sind, so leitet man künstlich Wasser in diese alten, zum Theil sehr tief unter der Thalsohle stehenden Baue, und pumpt dasselbe, als schwache Vitriollauge (Cementwasser) durch zwei Wasserhebungsmaschinen wieder heraus. Auch die in der Gegend von Schmölnitz angehäuften aufserordentlich grofsen Grubenhalden werden durch eine solche Bewässerung ausgelaugt. Der Process der Kupferausfällung durch metallisches Eisen geschieht in ganz ähnlicher Weise wie auf Anglesea. Die Anlage der Laugensümpfe (Cementgruben) ist durch ein schwach abschüssiges Terrain in der Schmölnitzer Gegend sehr begünstigt. Die reichsten der hier gewonnenen Cementschlämme halten bis gegen 70 Procent Kupfer. Diese und die mittleren Sorten werden beim Verschmelzen des gerösteten Rohsteins zugesetzt, also sogleich zu Schwarzkupfer verschmolzen; die ärmste Sorte dagegen verwendet man beim Erzschmelzen. Erfahrungsmäfsig gebraucht man zu Schmölnitz wenigstens 200 Ctr., mitunter selbst bis zu 250 und 280 Ctr. geschmiedetes Eisen zur Erzeugung von 100 Ctr. Schwarzkupfer, also weit mehr, als nach der Theorie (die Atomgewichte des Eisens, 350, und des Kupfers, 396, sind nicht sehr verschieden von einander) erforderlich seyn sollte. Dies hat seinen Grund zum Theil darin, dass die Cementwässer schwefelsaures Eisenoxyd und freie Schwefelsäure enthalten. Durch Anwendung von Roheisen anstatt Schmiedeeisen wird der Process sehr verzögert, und überdies wird von ersterem eine noch gröfsere Quantität (etwa 300 Ctr. auf 100 Ctr. Schwarzkupfer) erfordert, und die Cementwässer werden nicht so vollständig entkupfert. Das weifse Roheisen zeigt sich hierbei noch weniger wirksam als das graue. — Bei der Entsilberung von Erzen und Steinen durch die Extraction (s. Silber, Gewinnung), bei der Goldscheidung (s. d.) und auf einigen Eisenvitriolwerken wird Cementkupfer als Nebenproduct gewonnen. *Th. S.*

Kupferäther heifst eine Auflösung von Kupferchlorid in gewöhnlichem Schwefeläther, welche früher bisweilen als Medicament benutzt wurde, jetzt aber nicht mehr gebräuchlich ist. *V.*

Kupferalaun, *Lapis divinus*, *Lapis ophthalmicus St. Yves*, ist ein pharmaceutisches Präparat, welches durch Zusammenschmelzen von gleichen Theilen Grünspan oder Kupfervitriol, Salpeter und Alaun dargestellt wird. Nach dem Schmelzen wird noch etwas Kampfer hinzugesetzt und dann das Ganze auf ein kaltes Blech gegossen. Der Kupferalaun stellt eine bläulichgrüne Masse dar, welche sich in Wasser auflöst und in solcher Auflösung hauptsächlich zu Augenwasser angewendet wird. *Wp.*

Kupferamalgam s. Amalgam, Suppl.

Kupferantimonglanz. Nach H. Rose[1]) besteht dieses von Zincken aufgefundene und von G. Rose beschriebene Mineral aus

[1]) Annalen der Physik, Bd. 35, S. 361.

26,34 Schwefel, 46,81 Antimon, 24,46 Kupfer, 1,39 Eisen und 0,56 Blei, welches Mischungsverhältniss der einfachen Formel $Cu_2S \cdot SbS_3$ nahe entspricht. Der Kupferantimonglanz hat eine bleigraue ins Eisenschwarze übergehende Farbe, schwarzen Strich, ist stark metallisch glänzend und besitzt ein specif. Gew. von 4,748. Härte zwischen Kalkspath und Flussspath. Er kommt in tafelförmigen rhombischen Krystallen vor, spaltbar vorzugsweise nach zwei Richtungen. Findet sich, begleitet von Antimonglanz, Bournonit, Zinkenit und Plagionit, in einem Quarzgange in der Grauwacke bei Wolfsberg am Harz. *Th. S.*

Kupferasche, Kupferhammerschlag, wird ein Gemenge von Kupferoxyd, Kupferoxydul und metallischem Kupfer in wechselnden Verhältnissen genannt, welches sich beim Erhitzen des Kupfers unter Luftzutrit auf seiner Oberfläche bildet (s. Kupferoxyd). *V.*

Kupferbaum. Eine ältere Benennung für das mittelst metallischen Eisens oder auf ähnliche Weise aus seiner Auflösung präcipitirte Kupfer, wenn dasselbe, wie zuweilen der Fall, eine mehr oder weniger baumähnliche Gestalt besitzt. Besonders durch lange anhaltende Einwirkung schwacher galvanischer Ströme auf Auflösungen des Kupfers (und anderer Metalle) wird die Abscheidung unter einer solchen Gestalt bewirkt. Man sehe hierüber Silberbaum und Galvanoplastik. *Th. S.*

Kupferblau nennt G. Rose[1]) ein auf den Turjinschen Kupfergruben am Ural vorkommendes Mineral, dessen Bestandtheile — Kieselerde, Kohlensäure, Kupferoxyd und Wasser — bisher nur qualitativ ermittelt sind. Es ist von licht azurblauer Farbe, wenig glänzend, an den Kanten durchscheinend; hat muschligen Bruch und ist durch das Messer ritzbar. In erhitzter Salzsäure wird Kupferoxyd unter starkem Brausen ausgezogen, während die Kieselerde in der Form des angewandten Stückes zurückbleibt. Es kommt nur in derber amorpher Gestalt vor, ist gewöhnlich mit Eisenocker gemengt und zuweilen mit einer Rinde von Kieselmalachit (s. d.) umgeben. Verschieden hiervon, aber wahrscheinlich nahe verwandt dem Kieselmalachit, ist Breithaupt's Kupferblau, welches sich auf der Grube Seegen im Schapbachthale (Baden) findet, und aus Kieselerde, Kupferoxyd und Wasser besteht. Nach einer Löthrohrprobe Plattner's enthält es 36,3 Proc. Kupfer, entsprechend 45,5 Proc. Kupferoxyd. Hiernach dürfte es wohl kaum vom Kieselmalachit zu trennen, sondern mit der von Bowen analysirten Art desselben identisch seyn. — Kupferblau ist ferner ein Trivialname für Kupferlasur (s. d.), besonders für die erdige Varietät desselben. *Th. S.*

Kupferblausäure. Unter diesem Namen hat Cenedella[2]) eine Säure beschrieben, die er durch Zersetzung von in Wasser suspendirtem Cyankupfer mit Schwefelwasserstoff erhalten haben will. Das dazu verwendbare Cyankupfer erhielt er durch Fällung von Kalium-Kupfercyanür mit schwefelsaurem Kupferoxyd; das Kalium-Kupfercyanür stellte er dar durch Glühen eines Ge-

---

[1]) Reise nach dem Ural, Bd. I. S. 414.
[2]) Pharm. Centralbl. 1834, S. 297.

menges von kohlensaurem Kali, Kohle, Blutkohle und dem Rückstand der Destillation von essigsaurem Kupfer in einem Flintenlauf, Ausziehen der Masse mit Wasser, Verdampfung und Umkrystallisiren. Beim Einleiten von Schwefelwasserstoffgas in Wasser, worin der Niederschlag von Cyankupfer fein vertheilt war, schied sich ein Theil des Kupfers als schwarzes Schwefelkupfer ab, die filtrirte Flüssigkeit lieferte beim Verdampfen bei sehr gelinder Temperatur kleine grünlich gefärbte Krystalle, die sich in Wasser lösten. Die Auflösung röthet schwach Lackmus, Metalllösungen werden davon nicht gefällt. Sättigt man aber die Säure mit Kali, so erhält man eine in allen ihren Eigenschaften mit Kalium-Kupfercyanür identische Lösung. Cenedella hat die Säure nicht analysirt und seine Angaben über die Zusammensetzung des Kalium-Kupfercyanürs stimmen weder mit der von ihm dafür berechneten, noch mit irgend einer anderen einfachen Formel überein, so dass die Existenz der Säure sowohl, wie die Zusammensetzung der Niederschläge, welche er durch Fällung seines Kalium-Kupfercyanürs mit Lösungen von Blei, Kupfer, Silber, Quecksilber u. s. w. erhalten hat, sehr zweifelhaft bleibt. *V.*

Kupferblüthe. In chemischer Hinsicht mit dem Rothkupfererz (s. d.) identisch. Wie dieses besteht dasselbe aus reinem Kupferoxydul, hat aber, nach Suckow, nicht die tesserale Krystallform desselben, sondern ist nach dem hexagonalen Systeme krystallisirt, woraus sich also eine Dimorphie des Kupferoxyduls ergiebt. Von cochenill- oder karminrother Farbe und demantartigem Glanz. Die Krystalle sind gewöhnlich haarförmig verlängert. Specif. Gewicht = 5,8 nach Suckow. Von ausgezeichneter Schönheit findet sich dasselbe zu Rheinbreitenbach, in Cornwall und zu Moldava im Banat. *Th. S.*

Kupferblumen. Veraltete Benennung für das sich bei Verbrennung des Kupfers in der Weifsglühhitze bildende Kupferoxyd. *Th. S.*

Kupferbromid, $CuBr$. Diese Verbindung bildet sich, wenn Kupferoxydhydrat in Bromwasserstoffsäure gelöst, oder wenn Kupferkieselfluorid durch Bromkalium zersetzt wird, oder gleichzeitig mit Bromür, wenn man Kupferdrehspähne in einem Ueberschuss von Bromdampf erhitzt. Dampft man die wässerige Lösung unter der Luftpumpe neben Schwefelsäure ab, so erhält man eine dunkelgrüne Lösung, welche allmälig schwarze, glänzende, wasserfreie, dem Jod ähnlich sehende Krystalle liefert (Rammelsberg[1]). Nach Löwig soll man beim Abdampfen der grünen Lösung, welche dadurch, sowie durch Versetzen mit concentrirter Schwefelsäure oder Wasser anziehenden Salzen gebräunt wird, wasserhaltige, nach der Formel $CuBr + 5aq.$ zusammengesetzte, braune, an der Luft zerfliefsende Krystalle erhalten, die beim Erwärmen schmelzen und ihr Wasser verlieren. Bei einer das Rothglühen noch nicht erreichenden Temperatur verlieren die wasserfreien Krystalle 36,8 Proc. Brom und hinterlassen Kupferbromür. Bei längerem Glühen an der Luft bleibt Kupferoxyd zurück.

Balard[2]) glaubt durch Behandlung von Kupferoxyd mit in Wasser

[1]) Annal. der Physik. Bd. LV, S. 246.
[2]) Journal f. prakt. Chemie. Bd. IV, S. 179.

gelöstem Brom ein Gemenge von unterbromigsaurem Kupferoxyd mit Kupferoxybromid als in Wasser unlöslichen olivengrünen Körper erhalten zu haben, der zwar nicht entfärbend auf Pflanzenfarben wirkt, mit Ammoniak befeuchtet aber Stickgas entwickelt und selbst durch Kohlensäure, sowie durch alle anderen Säuren unter Bromentwickelung zersetzt wird. Wird er über 100° erhitzt, so entweicht Sauerstoff, Brom und Wasser, und es bleibt ein basisches Kupferbromid zurück.

Das basische Kupferbromid, ein blassgrünes Pulver, erhält man am leichtesten, wenn die Bromidlösung mit einer ungenügenden Menge von Ammoniak versetzt wird. Es ist wasserhaltig, verliert aber das Wasser schon bei gelindem Erwärmen und verwandelt sich bei stärkerem Erhitzen in basisches Kupferbromür.

Kupferbromid-Ammoniak, $2CuBr.5NH_3$, bildet sich, wenn Kupferbromid in trockenes Ammoniakgas gebracht wird. Es schwillt darin auf und zerfällt zu einem bläulichen Pulver. Beim Erwärmen verliert es Ammoniak und Bromammonium. In wenig Wasser ist es mit intensiv blauer Farbe löslich. Die Lösung trübt sich aber beim Verdünnen, indem sich Kupferoxydhydrat ausscheidet, welches durch Erhitzen in der Flüssigkeit schwarz wird (Rammelsberg). Eine andere der Formel $2CuBr.3NH_3$ entsprechende, kleine dunkelgrüne Krystalle bildende, sich übrigens wie die vorhergehende verhaltende Verbindung entsteht, wenn man die concentrirte Lösung von Kupferbromid mit so viel concentrirtem Ammoniak versetzt, bis man eine klare Auflösung erhält, und dann Alkohol zufügt. In ersterer fand Rammelsberg 28,98, in letzterer 19,98 Proc. Ammoniak. *V.*

Kupferbromür, Cu_2Br. Wenn man über Kupfer-Drehspähne, welche in einer Röhre bis zum dunkeln Rothglühen erhitzt sind, Bromdampf leitet, so bildet sich unter plötzlicher Feuererscheinung Kupferbromür. Man entzieht demselben durch Behandlung mit Wasser das gleichzeitig entstandene Bromid, löst dann das vorhandene Bromür in concentrirtem Bromwasserstoff und fällt es aus dieser Lösung durch viel Wasser als ein weifses Pulver. Am einfachsten erhält man es durch Glühen von Bromid als eine dunkel grünlichbraune Masse. An der Luft wird es durch Glühen zerlegt, es ist unlöslich in Wasser, löslich ohne Farbe in Bromwasserstoffsäure und Salzsäure. Salpetersäure zerlegt es unter Stickoxydentwickelung. Schwefelsäure und Essigsäure verändern es selbst beim Kochen nicht. In wässerrigem Ammoniak soll es löslich seyn und ammoniakhaltige Krystalle liefern (Berthemot).

Die bromwasserstoffsaure Lösung fällt aus Chlorgold metallisches Gold, aus Quecksilberbromid Quecksilberbromür; mit schwefelsaurem Eisenoxydul versetzt bilden sich Blättchen metallischen Kupfers. *V.*

Kupferchlorid, $CuCl$. Es bildet sich als braunes Sublimat beim Verbrennen von dünnem Kupferblech in überschüssigem Chlorgas, oder wenn Kupferchlorür lange der Einwirkung von Chlor ausgesetzt wird. Am leichtesten erhält man durch Auflösen von Kupferoxyd in Salzsäure oder von Kupfer in Salzsäure, der man tropfenweise Salpetersäure zur Beförderung der Oxydation zusetzt. Dampft man diese Lösung ab, so erhält man kleine blaugrüne Prismen, welche 2 Aeq. Wasser enthalten. Diese schmelzen beim Erwärmen, bei 100° verlieren sie den gröfsten Theil des Wassers und werden braun, aber erst

bei 200° C. den letzten Rest, und hinterlassen dann eine gelbbraune pulverige Masse. Bei höherer Temperatur entweicht Chlor und Kupferchlorür bleibt zurück. Nach Rieckher[1]) erhält man das krystallisirte wasserhaltige Kupferchlorid sehr leicht, wenn man gleiche Theile feingeriebenen Kupfervitriol und Kochsalz mit wenig Wasser von 50—60° übergiefst. Es bildet sich alsdann eine dunkelgrüne Flüssigkeit, woraus beim Erkalten Glaubersalz anschiefst, und bei fernerem Verdunsten an der Luft der Rest desselben und alles Kochsalz sich abscheidet. Die abgegossene Flüssigkeit liefert zuletzt reine Krystalle von Kupferchlorid. Wird die wasserfreie Verbindung in Phosphorwasserstoffgas erhitzt, so entweicht Salzsäure und Phosphorkupfer bleibt zurück. Beim Schmelzen mit Phosphor entsteht sich verflüchtigender Chlorphosphor und Phosphorkupfer (Rose). In ölbildendem Gase erhitzt, giebt es ein Gemenge von Kupfer und Kupferchlorür (Wöhler). Der Dampf von wasserfreier Schwefelsäure zersetzt es in der Kälte nicht, auch Vitriolöl nicht, aber beim Erwärmen entweicht alles Chlor als Salzsäure und schwefelsaures Kupferoxyd bleibt zurück.

Die wasserhaltigen grünen Krystalle, mit Vitriolöl übergossen, werden durch Wasserverlust braun, ohne dadurch zersetzt zu werden. Sie zerfliefsen an der Luft. Wenig Wasser löst sie mit grüner, vieles mit blassblauer Farbe. Auch in Weingeist und Aether ist das Kupferchlorid löslich. Die weingeistige Lösung, auf Baumwolle gegossen und angezündet, brennt mit prachtvoll grüner Farbe.

Wenn man mit der verdünnten Lösung auf Papier schreibt, so wird die Schrift kaum sichtbar, beim Erwärmen aber deutlich gelb durch Wasserverlust. Sie verschwindet jedoch beim Liegen an feuchter Luft nicht wieder vollständig, weil etwas Salzsäure entweicht und basisches grünlichgelbes Chlorid zurückbleibt. Es ist daher eine sehr unvollkommene sympathetische Tinte.

Basisches Kupferchlorid. Es existiren verschiedene Verbindungen des Kupferchlorids mit Kupferoxyd und Wasser. Die technisch wichtigste ist unter dem Namen Braunschweiger Grün bekannt; sie entspricht der Formel $CuCl + 3CuO + 4HO$. (s. Art. Grün, Braunschweiger. Bd. III. S. 700). Der in Chili und Peru vorkommende Atacamit oder Smaragdo-Chalcit ist dieselbe Verbindung. Durch Erwärmen verliert es sein Wasser und wird braun.

Zweifach basisches Kupferchlorid erhält man, nach Kane[2]), wenn man aus einer Kupferchloridlösung genau $^3/_5$ des Kupfers durch kaustisches Kali niederschlägt; es bilden sich dann 2 Aeq. Kupferchlorid-Chlorkalium und 1 Aeq. des wasserhaltigen basischen Kupferchlorids: $2(KO.HO) + 5CuCl + 2HO = 2(KCl + CuCl) + (CuCl + 2CuO + 4HO)$, ein blaugrüner, wenig schöner Niederschlag. Wird dieser bis 138° erhitzt, so verwandelt er sich in ein braunes Pulver, welches noch 1 Aeq. Wasser enthält; beim Erhitzen bis zu 260° verliert es alles Wasser und wird schwarz. Befeuchtet man diesen Rückstand mit Wasser, so erwärmt er sich stark, nimmt 3 Aeq. Wasser auf, $(CuCl + 2CuO + 3HO)$, und bekommt eine noch brillantere, grüne Farbe als das Braunschweiger Grün.

Wenn Kupferchlorid-Ammoniak mit vielem Wasser übergossen wird, so bleibt ein grünes Pulver zurück, welches nach der Formel:

---

[1]) Pharm. Centralbl. 1845, S. 495.
[2]) Annal. de Chim. et de Phys. [2] T. LXXII. p. 277.

$CuCl + 4CuO + 6HO$ zusammengesetzt ist. Beim Erhitzen verliert es das Wasser und wird braun. Heumann[1]) hat durch Uebersättigen einer concentrirte Lösung von Kupferoxyd mit Ammoniak und langsames Verdampfen krystallinische Rinden erhalten, welche nach dem Trocknen zwischen Papier mit Wasser behandelt und gekocht 55,7 Proc. eines grünen amorphen Pulvers zurücklassen, dessen Zusammensetzung durch die Formel: $CuCl + 6CuO + 9HO$ ausgedrückt wird. In dem fast farblosen Wasser ist nur Chlorammonium gelöst.

Kupferchlorid-Ammoniak. Wenn über trockenes Kupferchlorid Ammoniakgas geleitet wird, so absorbirt es dasselbe anfangs sehr rasch und zerfällt dabei zu einem blauen Pulver, indem 100 Thle. Chlorid 73,7 Thle. Ammoniakgas verdichten. An der Luft verliert diese Verbindung, welche der Formel: $CuCl.3NH_3$ entspricht, sehr leicht Ammoniak und wird grün. Beim Erhitzen bis 149° entweichen 2 Aeq. Ammoniak und ein apfelgrünes Pulver, nach der Formel: $CuCl.NH_3$ zusammengesetzt, bleibt zurück. Bei stärkerer Hitze entwickelt sich Salmiak, etwas Stickgas und Kupferchlorür bleibt zurück (Rose). In Verbindung mit Wasser ($CuCl.3NH_3 + HO$) erhält man Kupferchlorid-Ammoniak krystallisirt, wenn in eine gesättigte Lösung von Kupferchlorid Ammoniakgas geleitet wird, bis der anfangs entstandene Niederschlag sich völlig gelöst hat. Die Flüssigkeit erhitzt sich dabei bis fast zum Sieden und beim Erkalten krystallisirt die Verbindung in Octaëdern und Prismen von tief dunkelblauer Farbe. Gegen Wärme verhält sie sich wie die vorhergehende (Kane).

Auch das basische, durch Erwärmen von Wasser befreite braune Kupferchlorid absorbirt unter schwacher Wärmeentwickelung Ammoniakgas, ohne dadurch seine Farbe zu verändern und giebt damit die Verbindung: $(CuCl + 2CuO).NH_3$ (Kane).

Mit den Chlorverbindungen der Alkalimetalle bildet das Kupferchlorid die folgenden krystallisirende Verbindungen.

Ammonium-Kupferchlorid (Kupfersalmiak): $NH_4Cl + CuCl + 2aq.$ wird nach Mitscherlich und Graham erhalten, wenn man 53,4 Thle. Salmiak und 67,4 Thle. wasserfreies oder 85,4 Thle. krystallisirtes Kupferchlorid in wenig Wasser gelöst durch Erkälten zum Krystallisiren bringt. Heumann fand bei gleicher Darstellungsweise darin 4 Aeq. Wasser, ebenso Hautz, der 2 Thle. Salzsäure mit kohlensaurem Kupferoxyd sättigte und die erhaltene Lösung mit der Hälfte Salzsäure versetzte, die mit Ammoniak neutralisirt worden war. Das Salz bildet blaugrüne Quadratoctaëder, ist völlig löslich in Wasser und Weingeist. Beim Erhitzen zersetzt es sich leicht.

Nach Becquerel können basische Verbindungen von Chlorammonium mit basischem Kupferchlorid krystallisirt erhalten werden, wenn man eine Glasröhre Uförmig biegt, den Bogen ganz mit Thon ausfüllt, in den einen Schenkel Chlorammonium, in den anderen Kupferchloridlösung giefst und einen ebenfalls Uförmig gebogenen Kupferstreifen so in die beiden Schenkel einsenkt, dass seine Enden den Thon nicht berühren. Auf dem in das Chlorammonium getauchten Ende des Kupferstreifens bilden sich im Verlauf von Monaten Krystalle mit interessanten Abstumpfungen der Kanten und Winkel, die durch Wasser in basisches

[1]) Buchn. Repert. Bd. XXXVII, S. 304, und Pharm. Centralbl. 1845, S. 324.

Kupferchlorid und Chlorammonium zerlegt werden. Eine ähnliche Verbindung lässt sich mit Chlorkalium erhalten.

Kalium-Kupferchlorid, $K\ddot{C}l + Cu\ddot{C}l + 2aq.$, erhält man wie das entsprechende Ammoniumsalz, nach Mitscherlich in Form von Quadratoctaëdern, nach Jacquelain in der Form von doppelt sechsseitigen Pyramiden, welche in Wasser und Weingeist löslich sind. *V.*

Kupferchlorür, $Cu_2\ddot{C}l$, *Resina Cupri Boyle.* Wenn fein zertheiltes Kupfer in sehr dünnen Blättchen oder Drehspähnen oder, wie man es durch Reduction von kohlensaurem Kupferoxyd durch Wasserstoff erhält, in Chlorgas gebracht wird, so verbrennt es bei gewöhnlicher Temperatur zu Kupferchlorür. Die Verbindung kann auch erhalten werden durch Erhitzen von 2 Aeq. Kupfer (8 Thle.) mit 1 Aeq. Quecksilberchlorid (17 Thle.) in einer Retorte, wo es als eine bernsteingelbe geschmolzene Masse zurückbleibt, oder durch Erhitzen von Kupferchlorid bei abgehaltener Luft, welches, nachdem sich Wasser und Chlor entwickelt haben, eine braune Masse zurücklässt. Am leichtesten aber stellt man sie dar durch Digestion einer Auflösung von Kupferchlorid mit Kupferdrehspähnen in einer verschlossenen Flasche. Hat man eine kleine Menge von Salzsäure zugesetzt, so schiefst das Chlorür allmälig in kleinen weifsen, körnigen Tetraëdern an. Die Flüssigkeit enthält noch viel Chlorür in Lösung, welches daraus durch Wasserzusatz weifs und käsig gefällt wird. Löst man dieses Pulver in heifser Salzsäure, so erhält man daraus farblose kleine Krystalle, die aber auch in einer verschlossenen Flasche, dem Sonnenlicht ausgesetzt, braun werden. Sie können nur im luftleeren Raum getrocknet werden, indem sich sonst basisches Chlorid bildet, welches eine grüne Farbe besitzt. Auch wenn lösliche Kupferoxydsalze mit Zinnchlorür versetzt werden, schlägt sich Kupferchlorür nieder. Auch Phosphor, Aether, Alkohol sollen das Chlorid und Chlorür reduciren.

Es ist, wie schon bemerkt, in Wasser und Alkohol unlöslich, löslich in Salzsäure, Kochsalz und Ammoniaklösung. Diese Lösungen ziehen rasch Sauerstoff aus der Luft an; kleine Mengen von Ammoniak zu der salzsauren Lösung gesetzt, veranlassen die Bildung von Kupferchlorür-Chlorammonium in würfelförmigen Krystallen (Gmelin). Das Kupferchlorür ist schmelzbar und zersetzt sich dabei in geschlossenen Gefäfsen nicht. Es erstarrt zu einer hellgelben krystallinischen Masse; wenn es oxyd- oder chloridhaltig ist, färbt es sich beim Schmelzen braun. Durch Glühen in einem Strom von Wasserstoff wird es zu Metall reducirt und Salzsäure entweicht, Phosphorwasserstoffgas bildet unter gleichen Verhältnissen sechstel Phosphorkupfer und Salzsäure (H. Rose). Mit schmelzendem Kalihydrat oder Kalilauge behandelt entsteht Chlorkalium und Kupferoxydul. Mit Eisenfeile gemengt und mit Wasser übergossen, scheidet sich metallisches Kupfer ab, während sich Eisenchlorür auflöst. Aus der salzsauren Lösung von Kupferchlorür fällt Eisenvitriol Kupfer. Dieselbe Lösung färbt Molybdänsäure blau, fällt aus Goldchlorid metallisches Gold, aus Quecksilberchlorid Quecksilberchlorür.

Das Kupferchlorür verbindet sich mit den Chlorverbindungen der Alkalimetalle zu krystallinischen Doppelsalzen, welche 2 Aeq. der letzteren auf 1 Aeq. des ersteren enthalten.

Kalium-Kupferchlorür, $2KCl + CuCl$, erhält man, wenn Kupferchlorür, wie man es durch Versetzen seiner salzsauren Lösung mit Wasser erhält, oder wie es aus Kupferoxydsalzen durch Zinnchlorür niedergeschlagen wird, mit wenig Wasser zum Sieden erhitzt und so lange mit Chlorkalium versetzt wird, als dieses sich löst. Beim Erkalten der Flüssigkeit schiefsen würfelförmige Krystalle an. Becquerel hat tetraëdrische Krystalle von gleicher oder ähnlicher Zusammensetzung erhalten bei einem dem im Art. Kupferchlorid näher beschriebenen, ähnlichen Verfahren. Auch das entsprechende Barytsalz hat Becquerel auf diese Weise dargestellt.

Natrium-Kupferchlorür. Das Kupferchlorür ist sehr leicht löslich in Kochsalzlösung; beim Verdampfen im luftleeren Raume krystallisirt die Verbindung, wegen ihrer Leichtlöslichkeit aber schwierig. Kalilauge fällt daraus Kupferoxydul, Ferrocyankalium giebt einen weifsen Niederschlag. *V.*

Kupfercyanid, $CuCy$, wird als ein hoch gelb gefärbtes Pulver erhalten, welches, unter dem Mikroskop betrachtet, aus glänzenden prismatischen Krystallen bestehend erscheint, wenn man kohlensaures Kupferoxyd oder Oxydhydrat mit wässeriger Blausäure digerirt, oder wenn man nach Pagenstecher in essigsaure Kupferoxydlösung Blausäure giefst. Es enthält Wasser, ist darin unlöslich, ebenso in Blausäure, aber in Salzsäure mit brauner Farbe löslich und durch Wasser daraus fällbar. In Ammoniak löst es sich mit blauer Farbe. Kaustisches Kali scheidet Kupferoxydul ab und es bildet sich eine Lösung von Kalium-Kupfercyanür. Unter Wasser liegend entwickelt es Cyangas und wird dabei grün und krystallinisch. Beim Trocknen in etwas erhöhter Temperatur entwickelt sich ebenfalls viel Cyan und weifses Cyanür bleibt zurück. *V.*

Kupfercyanür, Cu_2Cy. Wenn frisch gefälltes Kupferoxydulhydrat mit Blausäure übergossen wird, so verwandelt es sich in weifses Kupfercyanür. Am leichtesten wird dasselbe erhalten, wenn man in Kupferchloridlösung schweflige Säure leitet und dann Blausäure zusetzt. Die Flüssigkeit gerinnt dabei durch Abscheidung eines weifsen Niederschlages, der getrocknet ein weifses Pulver darstellt. Beim Erhitzen schmilzt es unter viel Wasserverlust zu einer bräunlichrothen, aufgeblähten Masse. Es löst sich in Salzsäure mit gelber Farbe und wird daraus durch Wasser wieder niedergeschlagen. In wässerigem Ammoniak ist es farblos löslich, auch von kohlensaurer, bernsteinsaurer, schwefel-, salz- und salpetersaurer Ammoniaklösung wird es beim Erwärmen gelöst. Verdünnte Schwefelsäure wirkt selbst in der Wärme nicht darauf (Rammelsberg [1]). *V.*

Kupfercyanür-Doppelsalze. Das Kupfercyanür bildet mit den Cyanüren vieler anderen Metalle Doppelverbindungen; die mit den Cyanüren der Alkali- und alkalischen Erdmetalle sind löslich in Wasser, die mit den Cyanüren des Zinks, Mangans, Bleies, Wismuths u. s. w. sind schwachgefärbte unlösliche Niederschläge, welche entstehen, wenn die neutralen Lösungen dieser Metalloxyde mit der Auflösung eines alkalischen Doppelcyanürs versetzt werden.

Ammonium-Kupfercyanür, $NH_4Cy + Cu_2Cy$, ist von Mon-

[1]) Annalen der Physik, Bd. XXXXII, S. 120.

thiers dargestellt, aber nicht näher beschrieben. Er giebt an, dass bei Fällung einer Lösung von Kupfervitriol durch dieses Salz ein gelber, unter Entwickelung von Cyan sich grün färbender Niederschlag bilde, der 3 Aeq. Cyan auf 5 Aeq. Kupfer, 1 Aeq. Sauerstoff und 1 Aeq. Ammonium enthält. Die Analyse stimmt nahe zu mit der einfachsten Formel, die man einem Körper zuschreiben kann, der aus der Zersetzung von $2(NH_3\,Cy + Cu_2Cy) + CuO\,.\,SO_3 + HO = (NH_4Cy + 2Cu_2Cy + CuO) + NH_3, HO\,.\,SO_3 + CyH$ hervorgeht. Es würde nur in diesem Fall Cyanwasserstoff statt, wie Monthiers angiebt, Cyan entweichen.

Baryum-Kupfercyanür ist ein farbloses Salz, welches man erhält, wenn Baryterdehydrat und kohlensaures Kupferoxyd in Blausäure gelöst werden. Unter heftigem Aufbrausen erhält man eine intensiv rothgefärbte Lösung, die sich beim Abdampfen wieder entfärbt. Der Rückstand wird mit Wasser ausgezogen, welches kohlensauren Baryt hinterlässt, während das Baryum-Kupfercyanür gelöst wird und durch Abdampfen als farbloses Salz erhalten werden kann.

Kadmium-Kupfercyanür, entsteht beim Versetzen einer Lösung von Kupfervitriol mit Kalium-Kadmiumcyanür unter Cyangasentwickelung, und als bräunlichweifser Niederschlag.

Kalium-Kupfercyanür, $KCy + Cu_2Cy$. Dieses prismatische Krystalle bildende farblose Salz erhält man, wenn man essigsaures Kupferoxyd so lange mit concentrirter Cyankaliumlösung versetzt, bis der anfangs entstandene Niederschlag sich wieder vollständig gelöst hat, oder wenn man Kupfercyanür in concentrirter Cyankaliumlösung bis zur völligen Sättigung auflöst und die Lösung durch Abdampfen und Erkalten zur Krystallisation bringt. Das Salz ist bisweilen durch eine fremde Materie etwas gelb gefärbt. Beim Erwärmen verlieren die Krystalle ein wenig Wasser, wohl nur hygroskopisches, und werden undurchsichtig und weifs, bei höherer Temperatur schmelzen sie zu einer blassblauen, das Licht braun reflectirenden Flüssigkeit. Diese Färbungen rühren, nach Rammelsberg, von sehr feinem, sich ausscheidendem Kupfer her. Bei Rothglühhitze zerlegt es sich nicht weiter. Beim Uebergiefsen mit Wasser findet Lösung des Cyankaliums statt, von dem dann etwas Kupfercyanür aufgenommen wird, der gröfste Theil des letzteren aber bleibt als weifses Pulver zurück. Alkalien zersetzen das Salz nicht. Schwefelwasserstoff fällt selbst bei langer Einwirkung nur einen Theil des Kupfers, was seinen Grund in der Löslichkeit des Schwefelkupfers in Cyankalium hat. Säuren zerlegen das Salz, entwickeln Blausäure und fällen Kupfercyanür. Dasselbe bewirken die Lösungen von Eisenoxyd und Zinnoxyd, nur fallen dann die Hydrate dieser Oxyde gleichzeitig nieder. Quecksilbersalze bilden Cyanquecksilber, indem ihre Säure an das Kali tritt und Kupfercyanür gefällt wird.

Dampft man die Mutterlauge dieses Salzes ab und hat man überschüssiges Cyankalium angewendet oder digerirt man Kupferasche bei einer 86° nicht übersteigenden Temperatur, mit nach Liebig's Vorschrift bereiteter Cyankaliumlösung während 4 Stunden (Böttger[1]), so erhält man rhomboëdrische Krystalle, der Formel: $3KCy + Cu_2Cy$ entsprechend. Sie sind luftbeständig, verknistern in der Hitze und schmelzen mit denselben Erscheinungen, wie das vorhergehende Salz. Salpeter-

[1]) Material zu Versuchen, S. 123.

saures Quecksilberoxyd giebt damit einen grünen Niederschlag. Gegen Säuren, Alkalien und Eisenoxydsalze zeigen sie dasselbe Verhalten wie das an Cyankalium ärmere Salz. Durch Kupferoxydsalze entsteht ein blassgelber Niederschlag. Das Salz löst sich leicht in Wasser, und diese Lösung kann viel des neutralen Salzes lösen. Beim Abkühlen oder Abdampfen scheidet es sich dann auch zuerst wieder in Krystallen ab. Die Lösung, welche bei der Digestion von metallischem Kupfer mit Cyankalium an der Luft gebildet wird, ist offenbar dieselbe Verbindung[1]).

Kupfercyanür-Kupfercyanid, $Cu_2Cy + CuCy + 5$ aq., wird erhalten durch Fällung von schwefelsaurem Kupferoxyd mit Kalium-Kupfercyanür oder Cyankalium. In dem letzten Falle verwandelt sich der anfangs entstehende, braungelbe Niederschlag allmälig unter Cyanverlust in diese Verbindung. Setzt man zu Kupfervitriollösung Blausäure, so bilden sich allmälig durchsichtige hellgrüne Krystalle von Kupfercyanür-Cyanid. Beim Erwärmen bis 100° entweicht Wasser und Cyan und es bleibt weifses Cyanür in der ursprünglichen Gestalt der Verbindung zurück. Salzsäure entwickelt Cyan und löst in der Wärme das Kupfer als Chlorür und Chlorid auf. Sehr concentrirte Salzsäure bewirkt auch in der Kälte die Lösung mit brauner Farbe und Wasser scheidet Chlorür ab. Kalilauge scheidet Kupferoxyd ab und Kalium-Kupfercyanür wird aufgelöst. Ammoniak löst die Verbindung mit blauer Farbe theilweise auf und hinterlässt einen blauen Rückstand. Ammoniaksalze lösen sie, wenn sie damit erwärmt werden. Cyankaliumlösung zieht anfangs nur das Cyanür aus, wodurch der Rückstand gelb wird, dann wird auch dieser unter Entweichen von Cyan als Cyanür gelöst.

Mangan-Kupfercyanür. Man erhält aus Manganoxydulsalzen, durch Fällung mit dem 1 Aeq. Cyankalium haltenden Kalium-Kupfercyanür einen gelben, mit dem 3 Aeq. Cyankalium enthaltenden einen weifsen Niederschlag, die in Säuren unter Cyanwasserstoffentwickelung löslich sind.

Natrium-Kupfercyanür. Fällt man aus der durch Behandlung von kohlensaurem Kupferoxyd und Baryterdehydrat mit Blausäure erhaltenen rothen Lösung, durch Zusatz von schwefelsaurem Natron, genau allen Baryt, filtrirt und verdampft die Natrium-Kupfercyanür und purpursaures Natron (?) enthaltende Lösung bei gewöhnlicher Temperatur, so bleiben auf dem Boden farblose Krystalle von Natrium-Kupfercyanür, während das purpursaure Natron (?) an den Rand der Schale sich durch Efflorescenz erhebt und mechanisch entfernt werden kann (Meillet).

Uran- und Wismuth-Kupfercyanür sind gelbe, Zink- und Zinn-Kupfercyanür weifse Niederschläge. *V.*

Kupfererze. Wenn man hierunter, wie gewöhnlich der Fall, nur diejenigen natürlich vorkommenden Verbindungen des Kupfers versteht, welche vorzugsweise als Material zur Kupfergewinnung im Grofsen dienen, so gehören dazu, aufser dem gediegenen Kupfer, hauptsächlich folgende Species.

	Chemische Formel.	Procentischer Kupfergehalt.
1) Kupferglanz (Kupferglaserz).	Cu_2S	79,7
2) Kupferkies	$Cu_2S . Fe_2S_3$	34,8

[1]) Bragation Journ. f. prakt. Chemie. Bd. XXXI, S. 367.

	Chemische Formel.	Procentischer Kupfergehalt.
3) Buntkupfererz	$3\,Cu_2S\,.\,Fe_2S_3$	55,7
4) Fahlerz	$4\,(Cu_2S, FeS, ZnS, AgS)\,.\,(SbS_3, AsS_3)$	14 — 41
5) Rothkupfererz	Cu_2O	88,5
6) Malachit	$2\,CuO\,.\,CO_2 + HO$	57,4
7) Kupferlasur	$2\,(CuO\,.\,CO_2) + CuO\,.\,HO$ . . .	55,3

Nicht blofs der Kupfergehalt des Fahlerzes ist — wegen der Isomorphie von Cu_2S mit FeS, ZnS, AgS u. s. w. — bedeutenden Abweichungen unterworfen, sondern auch das Buntkupferz findet sich mit sehr verschiedenem, bis zu 70 Proc. und darüber steigendem Kupfergehalte, was seinen Grund in der Beimengung gröfserer oder geringerer Mengen von Kupferglanz zu haben scheint. Die Species 1 — 4 nennt der Metallurg kiesige (geschwefelte), die Species 5 — 7 ockrige (oxydische) Kupfererze. Erstere kommen weit häufiger vor als letztere; der bei weitem gröfste Theil des Kupfers wird aus den kiesigen Erzen, und zwar besonders aus dem Kupferkies gewonnen. Das Fahlerz ist unter den hier angeführten Erzen das vom Kupferhüttenmanne am wenigsten gern gesehene, da sein Gehalt an Antimon und Arsenik der Darstellung eines fehlerfreien Kupfers grofse Schwierigkeiten in den Weg legt. Am einfachsten und leichtesten ist die Gewinnung des Kupfers aus den ockrigen Erzen, die jedoch hauptsächlich nur zu Chessy in Frankreich und in einigen Gegenden Russlands in so beträchtlicher Menge vorkommen, dass sie für sich einer besonderen metallurgischen Zugutmachung unterworfen werden können. Gewöhnlich werden die kiesigen Kupfererze von anderen geschwefelten Erzen, wie z. B. Schwefelkies, Magnetkies, Blende, Bleiglanz u. s. w. begleitet. *Th. S.*

Kupferfluorid, $CuF + 2\,aq$. Wird kohlensaures Kupferoxyd oder Kupferoxydhydrat in concentrirte Flusssäure eingetragen, so löst es sich anfangs sehr leicht auf. Fährt man aber damit fort, bis die Säure beinahe neutralisirt ist, so bleibt die Verbindung nicht mehr gelöst. Durch Abdampfen der sauren Lösung erhält man eine blaue Salzkruste, indem die freie Säure, wodurch das Salz gelöst erhalten wurde, entweicht. Das krystallisirte Salz, mit wenig Wasser übergossen, ist darin langsam, aber unzersetzt löslich, bei Zusatz von viel Wasser zerfällt es aber in ein saures, leicht lösliches und ein grünes, unlösliches Salz. Mit den Fluorverbindungen der Alkalimetalle bilden die Krystalle leicht lösliche, schwachgefärbte Salze.

Basisches Kupferfluorid, $CuF + CuO + aq$. Diese Verbindung entsteht bei der Behandlung der vorhergehenden mit viel kochendem Wasser, oder wenn Flusssäure in der Wärme mit mehr als zu ihrer Sättigung hinreichendem kohlensauren Kupferoxyd digerirt wird; sie stellt ein grünes, in Wasser unlösliches Pulver dar.

Kalium-Kupferfluorid, $KF + CuF$, bildet, nach Becquerel's Methode (s. Art. Kupferchlorid), dargestellt, körnige, leicht lösliche Krystalle von blassblauer Farbe. *V.*

Kupferfluorür, Cu_2F. Wenn Kupferoxydulhydrat mit concentrirter Flusssäure übergossen wird, so färbt es sich sogleich kupferroth. Man giefst die Flüssigkeit ab, in der kein Kupfer gelöst ist, da die Verbindung in überschüssiger Flusssäure unlöslich ist, wäscht den Rückstand rasch mit Spiritus aus und trocknet ihn im luftleeren Raume. Feucht

der Luft dargeboten, bildet sich Kupferoxydul und -fluorid, wodurch die Verbindung gelb wird, bei weiterer Oxydation des Oxyduls zu Oxyd bildet sich basisches Fluorid von grüner Farbe. Salzsäure löst das Fluorür mit schwarzer Farbe, Wasser fällt es daraus als weifsen, beim Ansammeln rosenroth werdenden Niederschlag. Beim Erhitzen schmilzt das Fluorür zu einer schwarzen, nach dem Erkalten zinnoberroth werdende Masse. *V.*

Kupfergeist, Kupferspiritus, ist die durch trockene Destillation von essigsaurem Kupfer erhaltene mit Aceton verunreinigte Essigsäure genannt. Ueberhaupt wurde dieser Name in früherer Zeit nicht selten statt Essigsäure gebraucht (s. d. Art. Bd. II. S. 1026). *V.*

Kupferglanz, auch Kupferglas, heifst die natürlich vorkommende Verbindung Cu_2S. Fast stets scheint dieselbe kleine Quantitäten Eisen, wahrscheinlich als FeS, zu enthalten. Zufolge der Analysen verschiedener Kupferglanze durch Klaproth, Ullmann, Thomson, Scheerer u. A. beläuft sich dieser Eisengehalt auf 0,5 bis 2,25 Proc. Nach Plattner[1]) dürfte manchen Kupferglanzen auch etwas Kupferoxyd beigemengt seyn. Derselbe fand nämlich, dass der Kupferglanz von Bogoslawsk, gleich dem Buntkupfererz, beim Erhitzen in Wasserstoffgas, einen Gewichtsverlust (1,66 Proc.) erleidet, indem sich zugleich eine kleine Menge metallisches Kupfer bildet. — Der Kupferglanz kommt meistens derb, selten krystallisirt vor. In letzterem Falle bildet er sechsseitige Tafeln, welche anscheinend hexagonal sind, bei näherer Untersuchung aber sich als rhombische Tafeln von 119° 35′ mit dem brachydiagonalen Flächenpaar zu erkennen geben. Durch Schmelzen und langsames Erstarren desselben erhielt G. Rose tesserale Krystalle, wodurch also die Dimorphie von Cu_2S und die Isomorphie von Cu_2S mit AgS nachgewiesen wird. — Vor dem Löthrohre zeigt der Kupferglanz das charakteristische Verhalten, dass er, auf Kohle geschmolzen, stark spritzt. — Findet sich sowohl auf Gängen als auf Lagern in verschiedenen Formationen, und ist eines der geschätztesten und häufiger vorkommenden Kupfererze. *Th. S.*

Kupferglimmer. Hierunter versteht man 1) ein Mineral dieses Namens, welches, nach Chenevix, aus 58 Kupferoxyd, 21 Arseniksäure und 21 Wasser; nach Damour aus 52,30 Kupferoxyd, 21,27 Arseniksäure, 1,56 Phosphorsäure, 22,58 Wasser und 2,13 Thonerde besteht. Hiernach bleibt es ungewiss, ob die Formel des Kupferglimmers zu $5CuO.AsO_5 + 12HO$ oder zu $6CuO.AsO_5 + 12HO$ anzunehmen sey. Jedenfalls besitzt die erste dieser Formeln eine wahrscheinlichere Gestalt als die zweite. Setzt man CuO isomorph mit 2HO (s. Isomorphismus, polymerer), so ergiebt sich $10CuO.AsO_5 + 2HO$. Der Kupferglimmer krystallisirt in rhomboëdrischen Formen und pflegt in dünnen sechsseitigen Tafeln aufzutreten, welche entweder einzeln aufgewachsen oder büschel- und garbenförmig gruppirt sind. Er ist von smaragd- bis spangrüner Farbe und hat diamantartigen Glasglanz. Vor dem Löthrohre decrepitirt er heftig und wird dabei in ein Pulver umgewandelt, welches die Flamme grün färbt und mit Soda zu einem Kupferkern geschmolzen werden kann. Findet sich auf der Kupfergrube

[1]) Annalen der Physik. Bd. XLVII, S. 337.

Redruth in Cornwall, begleitet von verwandten Kupfererzen. — 2) Ein Hüttenproduct, welches zuerst von Hausmann und Stromeyer[1]) näher beschrieben und untersucht wurde. Stromeyer fand darin 50,50 Kupferoxydul, 37,05 Antimonoxyd, 4,05 Bleioxyd, 0,16 Silberoxyd, 0,07 Eisenoxyd, 1,58 Kieselerde (6,59 Verlust). Einen Kupferglimmer aus einem Kupfer von Goslar fand Borchers[2]) zusammengesetzt aus 34,27 Kupfer, 23,36 Nickel, 20,53 Antimon und 18,19 Sauerstoff (2,55 unzersetzter Glimmer und 1,10 Verlust), nahe entsprechend einem Atomverhältniss von 7 Cu, 5 Ni, 1 Sb und 15 O, also von 7 Cu O, 5 Ni O und $Sb O_3$. Wenn auch der von Stromeyer untersuchte Kupferglimmer kein Kupferoxydul, sondern, wie der von Borchers analysirte, Kupferoxyd enthalten haben mag, so lässt sich nach den vorhandenen Daten doch noch keine allgemeine Formel für diese Verbindungen aufstellen. Der Kupferglimmer findet sich in manchem Gaarkupfer in goldgelben (Stromeyer) oder blassgrüngelben (Borchers), durchscheinenden, stark glänzenden, regelmäfsig 6seitigen Blättchen ausgeschieden. Das damit verunreinigte Gaarkupfer erhält dadurch ein grobkörnig krystallinisches Ansehen. Behandelt man dasselbe mit verdünnter Salpetersäure, so bleibt der Kupferglimmer zurück, gemengt mit etwas arsenikhaltigem Antimonoxyd, welches sich aus dem antimonhaltigen metallischen Kupfer gebildet hat. Durch ein Gemisch von Salzsäure und Weinsäure wird diese Beimengung aufgelöst und der Kupferglimmer rein zurückgelassen. Von Säuren wird derselben Raum angegriffen, ausgenommen von concentrirter Salzsäure, welche ihn nach anhaltendem Kochen löst. Der Kupferglimmer ist stets ein Zeichen eines sehr unreinen, besonders durch Antimon und Nickel verunreinigten Gaarkupfers. *Th. S.*

Kupfergrün. Trivialname, unter welchem man theils den erdigen Malachit, theils den Kieselmalachit zu verstehen pflegt. *Th. S.*

Kupferhammerschlag nennt man das bei der Bearbeitung des glühend gemachten Kupfers unter dem Hammer abfallende oxydirte Kupfer, welches theils aus Oxydul, theils aus Oxyd besteht. *Th. S.*

Kupferhydrür s. Kupferwasserstoff.

Kupferindig, nach dem italiänischen Mineralogen Covelli, auch Covellit genannt, ist natürlich vorkommendes Einfach-Schwefelkupfer CuS. Nach Walchner besteht der Kupferindig von Badenweiler aus 64,77 Kupfer, 32,64 Schwefel, 0,46 Eisen und 1,05 Blei. Er ist von indigblauer bis schwarzer Farbe, und kommt in hexagonalen Krystallen vor. Specif. Gew. = 3,8; das des Kupferglanzes Cu_2S, = 5,7. Härte noch geringer als die des letzteren, welche kaum die des Kalkspaths erreicht. Findet sich als vulkanisches Product (Vesuv, Insel Vulcano) und auf Erzgängen; auch mit Kupfererzen der Kupferschieferformation. *Th. S.*

Kupferjodid ist für sich nicht bekannt. Wenn Kupferchlorid oder Kupferoxydsalze mit Jodalkalimetallen in ihren Lösungen versetzt

[1]) Schweigg. Journ. Bd. XIX, S. 241.
[2]) Annalen der Chemie. Bd. XLI. S. 335.

werden, so fällt Kupferjodür nieder und Jod wird frei. Das Kupferjodid ist aber in Verbindung mit Ammoniak dargestellt.

Kupferjodid-Ammoniak, $CuI.2NH_3+HO$. Wenn Kupferjodür, mit Ammoniak befeuchtet, einige Zeit der Luft ausgesetzt wird, so bildet sich eine blaue Lösung über einem schwarzen Pulver stehend. Wird jene abfiltrirt und mit Alkohol versetzt, so erhält man die Verbindung in kleinen blauen Krystallen. Hat man die Mischung so lange der Luft ausgesetzt, dass sie eine hinreichende Menge von Kohlensäure anziehen konnte, so findet beim Erwärmen vollständige Lösung statt. Beim Erkalten bilden sich zuerst einige farblose Krystalle von Kupferjodür, dann dunkelblaue Tetraëder des Kupferjodid-Ammoniaks. Alkohol schlägt noch mehr von dieser Verbindung nieder (Rammelsberg [1]). Nach Berthemot erhält man dieselbe Verbindung durch Versetzen von concentrirten ammoniakalischen, schwefelsauren oder essigsauren Kupferoxyd-Ammoniaklösungen mit Jodkaliumlösung. Sowohl in der Wärme wie in der Kälte schlägt sich das Kupferjodid-Ammoniak als blaues Krystallmehl nieder. Die abgegossene Flüssigkeit liefert bei längerem Stehen noch mehr Krystalle. Die Verbindung ist in Ammoniak und in wenig Wasser unzersetzt löslich, viel Wasser, namentlich heifses, veranlasst einen Niederschlag von grünem basischen Jodid. Kalter Weingeist und Aether wirken nicht darauf. Beim Erwärmen färben sie sich braun und hinterlassen basisches Jodid. An der Luft entweicht Ammoniak und basisches grünes Jodid bleibt zurück. Beim Erhitzen entweicht zuerst Jodammonium, dann verpufft die Masse und es bleibt ein braunrother, kupferjodürhaltiger Rückstand. *V.*

Kupferjodür, Cu_2I. Es bildet sich beim Erhitzen von Kupfer in Joddampf oder wenn Kupferchlorür in Salzsäure gelöst mit Jodkalium versetzt wird. Am besten stellt man es dar, indem man eine Lösung von Kupfervitriol in hinreichender wässeriger schwefliger Säure (Duflos) oder gleiche Aequivalente von Kupfervitriol und Eisenvitriol, zusammen (Soubeiran) aufgelöst, durch Jodkalium fällt (s. Art. Jod, Bestimmung). Es bildet sich auch durch Fällen einer Kupfervitriollösung mit Jodkalium, wobei die Hälfte des Jods frei wird; zugleich scheint hierbei eine geringe Menge von Kupferjodid (s. d.) gebildet zu werden..

Es ist ein weifses Pulver, welches, bei 40° getrocknet, 1 Aeq. Wasser enthalten soll (Soubeiran), bei 100° getrocknet ist es wasserfrei, in der Glühhitze schmilzt es zu einer braunen Masse, die ein grünes Pulver liefert (Soubeiran). Nach Rose kann es in Wasserstoffgas längere Zeit bis zum Glühen ohne merkliche Zersetzung erhitzt werden. In Wasser ist es unlöslich, wässeriges Ammoniak löst nur sehr wenig davon auf (s. unten). Mit Eisenoxyd, Kupferoxyd, Manganoxyd gemischt und erhitzt, wird das Kupfer oxydirt und alles Jod entweicht. Beim Erhitzen mit concentrirter Schwefelsäure bildet sich schwefelsaures Kupferoxyd, schweflige Säure und freies Jod. Mit Salpetersäure gekocht, wird das Kupfer oxydirt und Jod entweicht mit dem Stickoxyd. Durch Kochen des mit Wasser übergossenen Jodkupfers mit Zink, Eisen oder Zinn, wird metallisches Kupfer abgeschieden, während sich die löslichen Jodverbindungen der genannten Metalle bilden. Kaustische

[1]) Annalen der Physik. Bd. XLVIII, S. 162.

und kohlensaure Kali- oder Natronlauge nehmen das Jod auf und hinterlassen Kupferoxydul.

Kupferjodür-Ammoniak, $Cu_2I . 2NH_3$, bildet sich unter Wärmeentwickelung, wenn über Kupferjodür trockenes Ammonikgas geleitet wird. Es nimmt dabei eine braune Farbe an. Schon gelindes Erhitzen treibt wieder alles Ammoniak aus.

Durch Vermischen einer Kupferoxydulsalzlösung mit ammoniakhaltiger Jodkaliumlösung soll ein weifser Niederschlag entstehen und sich dann noch mehr davon in farblosen, glänzenden kleinen Krystallen ausscheiden. Es kann nicht leicht, ohne Zersetzung zu erleiden, getrocknet werden und färbt sich dann grün. *V.*

Kupferkies (Gelbkupfererz). Nach den Analysen von H. Rose, Hartwall, Phillips und Berthier besteht dieses Mineral aus Schwefel, Kupfer und Eisen in einem Atomverhältnisse von 2:1:1, welches zu zwei verschiedenen Formeln führt, nämlich entweder zu $CuS + 2FeS$ oder $Cu_2S . Fe_2S_3$, Erstere wurde von Phillips aufgestellt; die letztere wird jetzt fast allgemein als die wahrscheinlichste angenommen. Dass der Kupferkies ein höheres Sulfuret als FeS enthält, dafür spricht der von Berthier ermittelte Umstand, dass derselbe beim Glühen im Kohlentiegel 9 Proc. Schwefel, also den vierten Theil seines Schwefelgehaltes verliert. Aus $Cu_2S . Fe_2S_3$ wird folglich $CuS . 2FeS$ gebildet. Von Königswasser, weniger leicht von Salpetersäure, wird der Kupferkies unter Abscheidung von Schwefel zersetzt. Seine Krystallform ist tetragonal. Gewöhnlich kommt er in derben körnigen bis dichten Massen von messinggelber Farbe vor. Nicht selten ist er bunt angelaufen. Er besitzt vollkommen Metallglanz, ein specif. Gew. von 4,1—4,3, eine Härte ungefähr wie Flussspath und einen grünlichschwarzen Strich. — Findet sich sowohl auf Gängen als auf Lagern verschiedener Formationen, und ist, als das am häufigsten vorkommende Kupfererz, für den Metallurgen von Wichtigkeit. *Th. S.*

Kupferlasur — Lasurerz, abgeleitet von dem Persischen Worte »*labsurd*« dunkelblau — ist ein Kupfererz, welches nach den Analysen von Klaproth, Vauquelin und Phillips eine der Formel $2CuO . CO_2 + CuO . HO$ entsprechende Zusammensetzung hat. Sowohl in Säuren als in Ammoniak ist es leicht löslich. Auf Kohle vor dem Löthrohre wird es zu einem Kupferkerne reducirt. Es krystallisirt nach dem monoklinoëdrischen Systeme in Säulen von 99° 32′. Seine Farbe ist schön blau in verschiedenen Nüancen, sein Glanz glasartig, auf Krystallflächen zuweilen diamantartig. Härte ungefähr wie Flussspath; specif. Gew. = 3,7—3,9. Die Kupferlasur scheint durch Einwirkung kohlensäurehaltiger Wässer aus anderen Kupfererzen gebildet worden zu seyn. Eine derartige Entstehung wird dadurch wahrscheinlich gemacht, dass an Stellen, wo die Kupferlasur in beträchtlicher Menge auftritt, andere Zersetzungsproducte nicht zu fehlen pflegen. Die wegen ihrer Reichhaltigkeit berühmteste Fundstätte ist zu Chessy bei Lyon. Hier kamen die schönsten Krystalldrüsen dieses Minerals vor. Andere, zum Theil kaum weniger ergiebige Fundstätten sind an mehreren Punkten des Ural und Altai. Als untergeordneter Gemengtheil findet sich die Kupferlasur auf vielen Gängen und Lagern von Kupfererzen. Sie ist dasjenige Kupfererz, aus welchem das reinste Kupfer am leichtesten gewonnen werden kann. *Th. S.*

Kupferlegirungen. Das Kupfer zeigt im Allgemeinen viel Neigung, sich mit anderen Metallen zu verbinden. Mehrere dieser Verbindungen besitzen Eigenschaften, welche denselben eine ausgedehnte Anwendung in der Technik verschafft haben. In der folgenden Zusammenstellung ist das Wichtigste des über die Kupferlegirungen bisher Ermittelten enthalten. Kupfer und Kalium scheinen sich bei höherer Temperatur nicht mit einander zu verbinden. Serullas fand, dass man durch Glühen des Weinsteins mit Kupfer kein Kupferkalium erhält. Nach Karsten's Versuchen werden hierbei vom Kupfer höchstens 0,13 Proc. Kalium aufgenommen, welche geringe Quantität jedoch hinreicht, das Kupfer in der Hitze schon etwas weniger ductil zu machen. — Kupfer und Baryum. Nach Clarke[1]) soll man durch Erhitzen von Baryum und Kupfer vor dem Knallgasgebläse eine goldgelbe Verbindung erhalten. Lampadius[2]) erhielt durch Weifsglühen von 4 Gewichtsthln. Baryterde, 4 Gewichtsthln. Kupfer und 1 Gewichtsthl. Kohlenstaub keine solche Verbindung; die geglühte Masse zerfiel an der Luft zu Baryterde und Kupferoxyd (?). — Kupfer und Wolfram. Nach De Luyart existirt eine solche Verbindung, und soll bräunlich kupferrothe Farbe besitzen und ziemlich dehnbar seyn. — Kupfer und Molybdän bilden, nach Hjelm, eine blass kupferrothe, dehnbare Legirung, wenn das Molybdän nicht vorwaltet. — Kupfer und Mangan. Nach Bergmann röthlichweifs und sehr dehnbar. Luft und Feuchtigkeit verursachen die Oxydation derselben. — Kupfer und Arsenik. Gehlen erhitzte 100 Gewichtsthle. Kupferfeile mit einer gleichen Menge Arsenik und erhielt dadurch 158,5 geschmolzenes Arsenikkupfer, nahe der Formel Cu_4As entsprechend. Es war weifsgrau, spröde und feinkörnig. Das sogenannte Weifskupfer (auch weifser Tombak genannt) wird durch Glühen eines Gemenges von Kupfer, arseniger Säure und schwarzem Fluss erhalten. Es wurde früher, vor der Anwendung des Argentans, als silberähnliche Legirung benutzt. Ein anderes Arsenikkupfer, von der Formel Cu_3As, wird gebildet, wenn man Arsenikwasserstoffgas über trockenes Chlorkupfer leitet, wobei Chlorwasserstoff entweicht. Dieselbe Verbindung entsteht beim Hindurchleiten eines Stromes von Arsenikwasserstoffgas durch eine Kupfervitriollösung. Sie ist von schwarzer Farbe[3]). Schon 0,15 Proc. Arsenik sind, nach Karsten, hinreichend, um das Kupfer etwas kaltbrüchig, zugleich aber sehr rothbrüchig zu machen. — Kupfer und Antimon. Eine kleinblättrige, spröde Legirung von violetter Farbe, welche durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Antimon (oder Schwefelantimon) gebildet wird. Das Antimon äufsert einen ganz ähnlichen Einfluss auf die Ductilität des Kupfers wie der Arsenik. — Kupfer und Tellur. Nach Berzelius eine blassrothe Verbindung. — Kupfer und Wismuth. Beide Metalle schmelzen leicht (schon unter dem Schmelzpunkte des Kupfers) zusammen, und geben, je nach der Menge des vorhandenen Kupfers, eine mehr oder weniger rothgefärbte Legirung. 1 Gewichtsthl. Kupfer mit dem Vierfachen Wismuth giebt eine schön rothgefärbte Verbindung von blättrigem Bruche. Ein Gehalt von 0,6 Proc. Wismuth macht das Kupfer, nach Karsten, rothbrüchig. — Kupfer und Zink.

---

[1]) Gilb. Annal. Bd. LXII, S. 374.
[2]) Schweigg. Journ. Bd. XV, S. 146.
[3]) Kane, Annalen der Physik, Bd. XLIV, S. 471.

In Betreff dieser wichtigsten Legirung des Kupfers ist der Artikel Messing nachzusehen. — Kupfer und Kadmium. 54,29 Kupfer und 45,71 Kadmium bilden, nach Stromeyer, eine hellgelbweifse, sehr spröde Verbindung von feinkörnig schuppigem Gefüge. Erhitzt man dieselbe bis zur Schmelzhitze des Kupfers, so verflüchtigt sich ihr ganzer Gehalt an Kadmium. — Kupfer und Zinn, s. Bronze und Glockengut. — Kupfer und Blei. Schmilzt man beide Metalle bei starker Rothgluth zusammen und lässt das Gemisch langsam erkalten, so sondert es sich in zwei Schichten, von denen die untere aus einem kupferhaltigen Blei, die obere aus einem bleihaltigen Kupfer besteht. Durch rasches Abkühlen wird diese Sonderung verhindert. Erhitzt man aber das dadurch erhaltene, anscheinend homogene Gemisch, so fliefst die bleireiche Verbindung aus, während die kupferreiche ungeschmolzen zurückbleibt. Hierauf beruht der Saigerprocess. — Kupfer und Eisen lassen sich nur schwierig mit einander verbinden, woran hauptsächlich der gewöhnliche Kohlenstoffgehalt des Eisens Schuld zu seyn scheint. Daher kommt es, dass sich Roheisen und Kupfer gar nicht, wohl aber Stabeisen, und am besten sehr weiches (nur sehr wenig Kohle haltendes) Stabeisen und Kupfer zusammenschmelzen lassen. Die Intensität der Kupferfarbe wird durch einen Zusatz von Eisen, wenn derselbe das Verhältniss 1:1 nicht bedeutend überschreitet, kaum verringert, ja fast erhöht. 2 Thle. Kupfer und 1 Thl. Eisen geben eine Legirung von ausgezeichneter Festigkeit. Ein gröfserer Eisengehalt vermehrt die Härte, vermindert aber die Festigkeit, indem die Legirung ein blättriges Gefüge erhält. — Kupfer und Nickel geben eine sehr dehnbare Legirung, welche um so weifser ist, je mehr Nickel sie enthält. Dieselbe ist jedoch dem Anlaufen an der Luft leichter ausgesetzt als das Argentan (Neusilber). Nach Frick's Untersuchungen[1]) ist eine Legirung von 10 Thln. Kupfer und 1 Thl. Nickel: blass kupferroth und völlig geschmeidig; von 10 Thln. Kupfer und 2 Thln. Nickel: röthlichweifs; von 10 Thln. Kupfer und 3 Thln. Nickel fast ganz weifs; von 10 Thln. Kupfer und 4 Thln. Nickel: vollkommen silberweifs, auf dem Probirsteine nicht von Silber zu unterscheiden. — Kupfer, Nickel und Zink, s. Neusilber. — Kupfer und Quecksilber, s. Amalgam. — Kupfer und Silber lassen sich in allen Verhältnissen zusammenschmelzen und geben eine mehr oder weniger röthlichweifse Legirung, welche, da sie härter als reines Silber und — bei nicht zu viel Kupfer — kaum merklich weniger weifs ist, die ausgedehnteste Anwendung als Münz- und Luxusmetall gefunden hat. — Kupfer und Gold zeigen ganz analoge Verhältnisse wie Kupfer und Silber. Die Geschmeidigkeit des Goldes wird durch einen Zusatz von ganz reinem Kupfer nur wenig vermindert. — Kupfer und Platin. Clarke erhielt durch Zusammenschmelzen gleicher Gewichtsmengen beider Metalle vor dem Knallgasgebläse eine blassgelbe, goldähnliche Legirung. — Kupfer und Palladium. 4 Thle. Kupfer und 1 Thl. Palladium geben, nach Cock, eine weifse geschmeidige Verbindung, gleiche Theile beider Metalle, nach Chenevix, eine gelbgraue spröde Legirung von 10,392 specif. Gew. Clarke erhielt durch Behandlung gleicher Volumtheile beider Metalle vor dem Knallgasgebläse ein sehr blasses, politurfähiges, ziemlich leicht schmelzbares Metall. — Kupfer und Iridium verbinden sich in der

[1]) Schweigg. Journ. Bd. XLVIII, S. 141.

Weifsglühhitze leicht mit einander. Vauquelin stellte aus 1 Thl. Iridium und 4 Thln. Kupfer ein geschmeidiges, blassrothes Metallgemisch dar, welches sich viel härter als Kupfer zeigte. — Kupfer und Osmium. Nach Tennant ist diese Verbindung sehr dehnbar und leicht in Salpetersäure löslich. *Th. S.*

Kupfermalachit s. Malachit.

Kupfernickel — Nickelkies, Rothnickelkies — ist ein Nickelerz, welches nach den übereinstimmenden Analysen von Stromeyer, Scheerer, Suckow und Ebelmen eine der Formel NiAs entsprechende Zusammensetzung hat. Ein gewöhnlich nur sehr kleiner Theil des Nickels pflegt durch Eisen, Kobalt, zuweilen auch durch Kupfer vertreten zu seyn. Nur höchst selten findet sich dies Mineral krystallisirt; die Krystalle scheinen rhombische Säulen zu seyn. Es ist von licht kupferrother Farbe, auf der Oberfläche mitunter dunkel angelaufen; besitzt Metallglanz und bräunlich schwarzen Strich; ist etwas härter als Apatit. Specif. Gew. = 7,6—7,7. Vor dem Löthrohre auf Kohle verbreitet es einen starken Arsenikgeruch und schmilzt zur spröden weifsen Metallkugel. Sowohl von Salpetersäure als Königswasser wird es leicht und vollständig zerlegt. Aus der erhitzten Auflösung in ersterer Säure scheidet sich beim Erkalten arsenige Säure als krystallinisches Pulver aus. — Der Kupfernickel, gewöhnlich von Kobalt- oder Silbererzen begleitet, findet sich auf Gängen im älteren Gebirge; so z. B. zu Schneeberg, Annaberg, Freiberg und Marienberg in Sachsen; Joachimsthal in Böhmen; Riechelsdorf und Bieber in Hessen; Wittichen in Baden; Saalfeld und Kammsdorf in Thüringen; Andreasberg im Harz u. s. w. Er ist eins der gesuchtesten Erze zur Darstellung des Nickels. *Th. S.*

Kupferoxyd, CuO. Wenn Kupfer bei freiem Luftzutritt geglüht wird, so überzieht es sich mit abspringenden schwarzen Schuppen, Kupferhammerschlag, welche, wenn hinreichend lange Luft im Glühen darauf eingewirkt hat, reines Oxyd sind, sonst häufig viel Oxydul enthalten. So dargestellt ist es kohlschwarz, selbst wenn es zum feinsten Pulver zerrieben wird. Reines Kupferoxyd gewinnt man am besten durch Glühen von kohlensaurem oder salpetersaurem Oxyd, bis alle Säure ausgetrieben ist. Bei letzterem Salz kann $\frac{1}{3}$ Kupferfeile beigemengt werden, welche dann durch die entweichende Säure ebenfalls noch oxydirt wird. Auch das schwefelsaure Oxydsalz verliert seine Säure vollständig, aber erst bei sehr hoher Temperatur.

Nach Becquerel erhält man es in metallisch glänzenden kleinen Tetraëdern, wenn 1 Thl. Kupferoxyd mit 4—6 Thle. reinem Kalihydrat im Silbertiegel geschmolzen und recht langsam erkalten gelassen wird. Die Masse wird nachher mit Wasser übergossen, um das Kali auszuziehen und den pulverförmig gebliebenen Antheil des Kupferoxydes abzuschlämmen. Es scheint, dass sich um so mehr Kupferoxyd löst und beim Erkalten krystallinisch ausscheidet, je stärker man es erhitzt, aber bei sehr starker und lange anhaltender Hitze erhält man oft kleine ziegelrothe Oxydulkrystalle.

Wird in eine siedende Kupferoxydsalzlösung kochende kaustische Kalilauge getröpfelt, bis die Säure von dem Kali gesättigt worden ist, so schlägt sich alles Kupfer in Form eines schweren dunkelbraunen Pulvers

als reines Oxyd nieder, welches man durch anhaltendes Waschen mit heifsem Wasser vollständig von allem Kaligehalt befreien kann.

Für die Anwendung zur Analyse organischer Körper stellt man es am besten dar durch Glühen des mit einer hinreichenden Menge von Salpetersäure befeuchteten Kupferhammerschlages, um alles vorhandene Oxydul oder Metall vollständig zu oxydiren. Auf diese Weise erhält man es in der compactesten und am wenigsten hygroskopischen Form. Man darf die Hitze zur Verjagung der Säure nicht zu sehr steigern, weil sonst das Oxyd schmilzt und zu einer nur schwer zu pulvernden oxydulhaltigen Masse erstarrt.

Das specif. Gewicht des Kupferoxyds giebt Filhol[1]) zu 6,322 an. Bei heftiger Glühhitze schmilzt es, indem ein Gemenge von Oxydul und Oxyd entsteht, beim Erhitzen mit Kohle wird es leicht zu Metall reducirt; leitet man über, bis mindestens zu dem Siedepunkt des Leinöls, erhitztes Kupferoxyd Wasserstoff, so bildet sich Wasser und reines Metall bleibt zurück. Auch Kohlenwasserstoff und alle organischen Verbindungen, auch Kohlenoxyd, reduciren sehr leicht das Oxyd, ebenso Ammoniak. Mit Letzterem bildet sich aber bei etwas hoher Temperatur nicht blofs Wasser, sondern auch der Stickstoff wird theilweise zu salpetriger Säure oxydirt.

Mit Kalium und Natrium bis zum Schmelzen dieser Metalle erhitzt, wird es unter lebhafter Feuererscheinung reducirt. Beim Schmelzen mit Cyankalium bildet sich cyansaures Kali und metallisches Kupfer. Beim Schmelzen mit Phosphor bildet sich phosphorsaures Kupferoxyd und Phosphorkupfer. Wenn ein Ueberschuss von Schwefel damit zusammengeschmolzen wird, entsteht Schwefelkupfer und eine Spur von schwefelsaurem Kupferoxyd, während schweflige Säure entweicht; ist ein Ueberschuss von Oxyd vorhanden und wird die Hitze nicht bis zur Zersetzung des gebildeten schwefelsauren Salzes gesteigert, so erhält man dies nur gemengt mit Oxydul.

Erhitzt man Kupferoxyd in der Oxydationsflamme des Löthrohrs auf Kohle, so schmilzt es, in der Reductionsflamme aber wird es unter schwacher Detonation zu einer Metallkugel reducirt. Mit Glasflüssen schmilzt es zu blauen oder grünen Gläsern zusammen. *V.*

Kupferoxyd-Ammoniak. Uebergiefst man Kupferoxyd mit Ammoniak, so findet erst dann eine Lösung statt, nachdem eine kleine Menge einer Säure zugesetzt oder Kohlensäure aus der Luft angezogen worden ist (Berzelius). Es scheint hiernach, als ob auf diese Weise nicht reines, säurefreies Kupferoxyd-Ammoniak erhalten werden könne, sondern als ob nur sehr basische Kupferoxydsalze in Ammoniak löslich seyen. Wird die Lösung von Kupferoxydul-Ammoniak, Kupfer oder Kupferoxyd mit Ammoniak übergossen und der Luft dargeboten, so erhält man prachtvoll blaugefärbte Lösungen. Zink und Kobalt schlagen das Metall daraus vollständig nieder. Eisen fällt bei Gegenwart von viel Ammoniak gar kein Kupfer und wirkt überhaupt nur auf die viel Salmiak, Kochsalz, schwefelsaures Kali und dergleichen Salze enthaltenden Lösungen. Phosphor entfärbt die Lösung, indem Kupferoxydul-Ammoniak gebildet und zuletzt metallisches Kupfer gefällt wird. Schweflige

[1]) Annal. de Chim. et de Phys. [3], T. XXI, pag. 415, und Annal. der Chemie, Bd. LXIV, S. 155.

Säure schlägt beim Sättigen des Ammoniaks zumeist Oxydulhydrat nieder, welches, wenn sie im Ueberschuss hinzukommt, von ihr farblos aufgelöst wird. Die mit Kupferoxyd gesättigte concentrirte Kupferoxyd-Ammoniaklösung setzt bei starker Verdünnung mit Wasser Kupferoxydhydrat ab, wird sie mit Kalilauge versetzt, so fällt diese nach einiger Zeit alles Kupferoxyd, um so schwieriger jedoch, je mehr überschüssiges Ammoniak vorhanden war; erhitzt man, so scheidet sich braunes Oxyd ab.

Kane[1]) erhielt bei der Fällung von Kupferchlorid durch nicht überschüssiges Ammoniak, wo gewöhnlich nur basische ammoniakfreie Verbindungen erhalten werden, einmal einen blauen Niederschlag dem Kupferoxydhydrat ähnlich, der sich leicht auswaschen liefs, ohne dabei sein Ammoniak zu verlieren, bis 149°, ohne Zersetzung zu erleiden, erhitzt werden konnte, bei etwas höheren Temperatur in Wasser, Ammoniak, Stickgas, Kupfer und Kupferoxydul zerfiel und eine der Formel $3CuO . 2NH_3 + 6HO$ entsprechende Zusammensetzung besitzen soll.

Malaguti und Sarzeau[2]) haben eine der Formel $CuO . 2NH_3 + 4HO$ entsprechende Verbindung in schön blauen Krystallen erhalten, als sie in basisch chromsaures Kupferoxyd, welches in Wasser aufgeschlemmt war, Ammoniakgas bis zur völligen Lösung leiteten, durch Abkühlen auf einige Grade unter 0° einen Theil des chromsauren Kupferoxyds auskrystallisiren liefsen, und die Mutterlauge unter eine Glocke zugleich mit einem Gemenge von Kalkhydrat und Salmiak und Stücken gebrannten Kalkes brachten, um sie in einer ammoniakreichen Atmosphäre einzudampfen. Es bildete sich ein Gemisch von blauen und grünen Krystallen. Die ersteren waren basisch chromsaures Salz und luftbeständig, die letzteren waren das Kupferoxyd-Ammoniak. Neben eine wässerige Lösung von Ammoniak gestellt, zerflossen sie; die Lösung wurde abgegossen und die Verbindung durch Stehen in einer ammoniakhaltigen Atmosphäre neben gebranntem Kalk rein krystallisirt erhalten. An der Luft zerfliefsen die Krystalle unter Ammoniakverlust, beim Erhitzen zersetzen sie sich unter Feuererscheinung und mit Hinterlassung von Kupfer. Erhitzt man mehrere neben einander liegende Krystalle so, dass einer zuerst zu glimmern anfängt, so pflanzt sich die Erscheinung auf die übrigen fort und es entstehen kleine wurmförmige Röhren von Kupfer, stellenweise durch Oxyd befleckt. *V.*

Kupferoxydhydrat, $CuO.HO$, bildet sich, wenn eine Lösung von Kupferoxydsalz in verdünnte, kalte, kaustische Lauge getröpfelt wird; man wäscht den erhaltenen voluminösen Niederschlag mit kaltem Wasser und trocknet denselben bei einer 25° nicht übersteigenden Temperatur, wobei er zu einer bläulichgrünen in Stücke von muschligem Bruche zerspringenden Masse eintrocknet. Einmal trocken verträgt er höhere Temperatur, ohne sich zu schwärzen. Erwärmt man aber den feuchten Niederschlag für sich oder in der Flüssigkeit, so wird er braunschwarz und dichter von wasserfreiem Oxyd. Andere technische Darstellungsmethoden s. im Art. Grün, Bremer, Bd. III, S. 701.

Ist die alkalische Lauge nicht frei von organischen Materien, so

---

[1]) Annal. de Chim. et de Phys., [2] T. LXXII, p. 283.
[2]) Annal. de Chim. et de Phys., [3], T. IX, p. 431, und Berz. Jahresber. 24, S. 142.

bleibt ein Theil des Oxyds mit blauer oder bei geringerer Menge mit violetter Farbe gelöst. Dasselbe findet statt, wenn sie im grofsen Ueberschuss und in concentrirtem Zustand angewandt wird. Noch leichter löslich ist das Kupferoxydhydrat in kohlensauren und doppelt kohlensauren fixen Alkalien. Dampft man aber diese Lösungen ab und glüht den Rückstand, so zieht Wasser nachher nur das Alkali aus und hinterlässt wasserfreies Kupferoxyd. Auch das Hydrat ist, wie das geglühte Oxyd, in kaustischem Ammoniak fast unlöslich, wenn kein Ammoniaksalz in der Flüssigkeit enthalten ist. In Oelen löst es sich mit grüner Farbe, indem es sich mit den fetten Säuren verbindet. Kupferoxyd, in sehr kleinen Mengen in Branntwein enthalten, kann bisweilen dadurch bemerkbar gemacht werden, dass man ein kleines Stück Butter hineinlegt, welches sich, welche der Branntwein kupferhaltig ist, nach 24—48 Stunden grünlich färbt. *V.*

Kupferoxydsalze. Das Kupferoxyd ist eine starke Basis und verbindet sich mit den meisten Säuren zu Salzen, die im wasserfreien Zustande meist ungefärbt, zum Theil braun, im wasserhaltigen aber fast alle blau oder grün gefärbt erscheinen. Selbst wenn das Oxyd geglüht worden ist, löst es sich noch mit Leichtigkeit in Säuren, obwohl das Hydrat oder das kohlensaure Salz schneller davon aufgenommen wird. Die meisten Kupferoxydsalze sind löslich in Wasser, die unlöslichen meist leicht löslich in Säuren, die ersteren schmecken unangenehm metallisch, wirken giftig auf Thier- und Pflanzenorganismen und röthen Lackmuspapier. Wenn die Säure flüchtig ist, so entweicht sie beim Erhitzen, am schwierigsten findet dies bei der Schwefelsäure, aber auch bei dieser vollständig statt, wenn sehr hohe Temperatur andauernd darauf wirkt.

Kalihydrat fällt aus Kupferoxydlösungen Kupferoxydhydrat als blauen voluminösen Niederschlag, der durch Erwärmen in braunschwarzes wasserfreies Kupferoxyd übergeht, wenn das Kali in geringem Ueberschuss angewandt worden ist. Hat man eine concentrirte Kalilauge in grofsem Ueberschuss zugesetzt, so bleibt ein kleiner Theil des Kupferoxyds gelöst und wird weder durch Verdünnung mit Wasser, noch durch Kochen gefällt. Kocht man aber eine Kupferoxydlösung mit einer nicht genügenden Menge von Kalilauge, so erhält man einen hellgrünlich bleibenden Niederschlag, der aus basischem Oxydsalz besteht.

Ammoniak, den Kupferoxydlösungen in kleiner Menge zugesetzt, fällt ebenfalls grünliches basisches Salz, welches in mehr Ammoniak mit äufserst intensiv blauer Farbe löslich ist. Lösungen, welche so wenig Kupfersalz enthalten, dass keine Färbung mehr wahrzunehmen ist, werden bei Uebersättigung mit Ammoniak noch deutlich blau.

Kohlensaures Kali und Natron fällen in der Kälte aus Kupferoxydsalzen kohlensaures Kupferoxydhydrat mit blauer Farbe, welches beim Kochen durch Wasserverlust schwarzbraun wird. Kohlensaure Baryterde wirkt ähnlich, vollständig erst beim Erwärmen. Kohlensaures Ammoniak fällt ebenfalls zuerst basisches kohlensaures Kupferoxydsalz, welches im Ueberschuss des Fällungsmittels mit intensiv blauer Farbe leicht löslich ist. Phosphorsaures Natron schlägt bläulichweifses phosphorsaures Kupferoxyd nieder, auch dieser Niederschlag ist in Ammoniak leicht löslich; Kali fällt aus dieser Lösung beim Kochen reines Oxyd. Cyankalium fällt die Kupferoxydlösungen gelbgrün, das gebildete Kupfer-

cyanid ist in einem Ueberschuss des Fällungsmittels leicht löslich. Salzsäure fällt aus dieser Lösung weifses Kupfercyanür, welches sich in überschüssiger Salzsäure löst. Durch Schwefelammonium wird die Lösung des Kupfercyanids in Cyankalium nicht gefällt, weil das Schwefelkupfer in Cyankalium löslich ist. Ferridcyankalium giebt mit Kupferoxydlösungen auch einen gelbgrünen, aber in Salzsäure nicht löslichen Niederschlag; Ferrocyankalium fällt braunrothes Ferrocyankupfer. Ist die Lösung des Kupfers sehr verdünnt, so dass selbst Ammoniak es nicht mehr durch blaue Färbung anzeigt, so färbt ein Zusatz von Ferrocyankalium, auch wenn er keinen Niederschlag mehr veranlasst, die Flüssigkeit noch roth.

Schwefelammonium und Schwefelwasserstoff fällen die Kupfersalze als schwarzes Schwefelkupfer, sind die Lösungen sehr verdünnt, so erscheint der Niederschlag braun.

Schweflige Säure wirkt selbst in der Wärme nicht reducirend auf die Lösungen des Kupferoxyds in stärkeren Säuren ein, versetzt man sie aber mit schwefligsaurem Alkali und fügt nach und nach Salzsäure in kleinen Mengen unter Erwärmen hinzu, so wird das Oxyd in Oxydul verwandelt und bei Zusatz von überschüssigem Kali gelbbraun gefällt. Ueberschüssiges Ammoniak liefert farblose, an der Luft durch Oxydation blau werdende Lösungen.

Unterschwefligsaure Salze fällen beim Erwärmen schwarzes Schwefelkupfer, indem Schwefelsäure gebildet wird. Unterschwefligsaures Natron, mit Kupfervitriollösung versetzt, entfärbt diese sogleich, setzt man dann etwas Salzsäure hinzu, so bildet sich rothbraunes, unlösliches Schwefelkupfer, welches beim Stehen unter der Flüssigkeit schwarz wird und sich nicht an der Luft oxydirt (Himly [1]). Schwefelsaure Kupferoxydlösung mit frisch gefälltem Schwefelmangan, -Kobalt, -Nickel gekocht bildet Schwefelkupfer. Jodkalium fällt aus den Kupferoxydlösungen einen weifsen Niederschlag von Kupferjodür. Dieser ist in überschüssigem Jodkalium löslich. Chromsaures Kali fällt rothbraunes chromsaures Kupferoxyd, das mit grüner Farbe von Ammoniak und auch von verdünnter Salpetersäure leicht gelöst wird. Galläpfeltinctur fällt die Kupferoxydsalze nicht, Oxalsäure giebt einen blassblauen, nur in viel starker Säure löslichen Niederschlag.

Phosphorwasserstoff schlägt langsam drittel Phosphorkupfer nieder, phosphorige Säure fällt beim Erwärmen unter Wasserstoffentwickelung metallisches Kupfer. Phosphor, in einem verschlossenen Gefäfse mit Kupfervitriollösung übergossen, überzieht sich mit einer Haut von metallischem Kupfer, und die Lösung wird farblos, indem alles Kupfer sich absetzt. Allmälig bildet sich an den Berührungsflächen des Metalls mit dem Kupfer schwarzes Phosphorkupfer (A. Vogel [2]). Eisen, Zink, Kadmium, Zinn, Blei, Kobalt, Nickel, Wismuth fällen aus den Kupferoxydsalzen metallisches Kupfer. Eisen wird noch sichtlich geröthet, wenn die Lösung auf 150,000 Thle. nur einen Theil Kupfer enthält, nachdem man ihr einen Tropfen Salpetersäure zugefügt hat. Aber die weingeistige Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd, oder die wässerige von weinsaurem Kupferoxyd-Kali wird durch Eisen nicht gefällt. Auch wird die wässerige, möglichst neutrale salpetersaure Lösung durch Eisen nur

---

[1]) Annalen der Chemie, Bd XLIII. S. 151.
[2]) Journ. f. prakt. Chemie. Bd. VIII, S. 109.

wenig zersetzt, und gar nicht, wenn sie auch nur geringe Mengen von Silber enthält.

Viele organische Substanzen bewirken die Reduction der Kupferoxydsalze zu Oxydulsalzen, namentlich beim Kochen, jedoch stets langsam und unvollständig in neutralen Lösungen, weit schneller bei Vorhandenseyn von freiem Alkali. Traubenzucker, mit einer Kupfervitriollösung und freiem Alkali versetzt, fällt schon in der Kälte alles Kupfer als Oxydul. Rohrzucker wirkt unter denselben Umständen nicht reducirend, erst beim Kochen wird Oxydul gebildet, ein Theil des Kupfers bleibt aber mit blauer Farbe gelöst. Aus einer viel Weinsäure enthaltenden Lösung wird durch einen Ueberschuss von Alkali kein Kupfer gefällt oder reducirt, sondern es bildet sich lösliches, blaues, weinsaures Kupferoxyd-Kali. In solchen, nicht flüchtige organische Substanzen enthaltenden Lösungen kann man oft, nachdem sie schwach angesäuert wurden, das Kupfer durch Blutlaugensalz, auch wohl durch Schwefelwasserstoff nachweisen. Am leichtesten aber gelingt es, wenn man in die ganz schwach angesäuerte Flüssigkeit ein blankes Eisen stellt. Bei zu sauren Lösungen würde das sich von dem Eisen entwickelnde Wasserstoffgas das abgesetzte Kupfer losreifsen.

Das reine Kupferoxyd, sowie seine meisten Verbindungen, z. B. mit Kohlen-, Essig-, Schwefel-, Salpeter-, Phosphorsäure, färben, in der äufseren Flamme des Löthrohrs erhitzt, dieselbe intensiv grün. Mit Borax und Phosphorsalz an dem Platindraht in der äufseren Flamme geschmolzen geben sie grüne Gläser in der Wärme, beim Erkalten wird die Phosphorsalzperle blau; ist die Menge des Kupfers gering, so wird auch die Boraxperle beim Erkalten blau, sonst bleibt diese grün. In der inneren Flamme wird das Boraxglas braunroth, was man durch Zinnzusatz befördern kann. Es wird dabei leicht ein Theil des Kupfers als Metall abgeschieden. Aehnlich verhält sich die Phosphorsalzperle, bei geringem Kupfergehalt erscheint sie, nach dem Erkalten, bisweilen durchsichtig rubinroth, in der Hitze farblos. Spuren von Antimon oder Wismuth lassen die mit Zinn behandelte kupferhaltige Perle grau oder schwarz werden.

Von Soda wird das Kupferoxyd in der äufseren Flamme zu einem klaren grünen Glase aufgelöst, welches beim Erkalten undurchsichtig wird. Auf Kohle, mit der inneren Flamme behandelt, schmilzt das reducirte Kupfer und kann nach dem Abschlemmen der Kohle leicht erkannt werden. *V.*

Kupferoxydul, rothes Kupferoxyd, Cu_2O. Es kommt in der Natur als Rothkupfererz vor. Am besten stellt man es dar, indem man 5 Thle. Kupferchlorür, aus Kupferchloridlösung durch Abdampfen und Schmelzen erhalten, mit 3 Thln. wasserfreiem kohlensauren Natron mengt, bei gelinder Glühhitze schmilzt, und die erkaltete Masse mit Wasser auszieht, welche das Oxydul als schön rothes, nicht krystallinisches Pulver zurücklässt (Wöhler und Liebig), oder man versetzt eine Lösung von gleichen Theilen Kupfervitriol und Zucker mit so viel Natronlauge, dass das Kupfer völlig gelöst wird, und erwärmt gelinde, wodurch sich wasserfreies, krystallinisches Oxydul abscheidet (Mitscherlich). Böttger [1]) giebt eine genauere Vorschrift, um auf die-

[1]) Annal. der Chemie, Bd. XXXIX, S. 176.

selbe Weise sehr schön gefärbtes Oxydul zu erhalten. Man giefst kalt gesättigte Kupfervitriollösung in überschüssige Kalilauge, lässt den Niederschlag absetzen, wäscht mit kaltem Wasser und presst aus. Das noch feuchte Hydrat vertheilt man in seinem 7fachen Gewicht Wasser, nachdem man darin 3 Thle. Zucker gelöst hat, und fügt eine Lösung von 2 Thln. Kalihydrat in eben so viel Wasser, als man zu dem Zucker gesetzt hat, hinzu, schüttelt gut um, giefst durch Leinwand und erwärmt unter fleifsigem Rühren auf dem Wasserbade. Das sich absetzende Oxydul ist, nachdem es gut ausgewaschen, rein und von sehr schön rother Farbe. Auch erhält man dasselbe, wenn man 5 Thle. Kupferoxyd mit 4 Thln. Kupferfeile, oder 29 Thle. von letzterer mit 24 Thln. wasserfreiem Kupfervitriol, oder 100 Thle. krystallisirten Kupfervitriol mit 57 Thln. krystallisirtem kohlensauren Natron, bis zum Verjagen alles Krystallwassers erwärmt und mit 25 Thln Kupferfeile gemengt, stark glüht. Nach Becquerel kann man kleine glänzende würfelförmige Krystalle dieses Körpers darstellen, wenn man eine Röhre mit neutraler salpetersaurer Kupferoxydlösung füllt, auf den Boden etwas Kupferoxyd wirft, einen blanken Kupferstreifen hineinstellt und, luftdicht verschlossen, einige Monate ruhig stehen lässt. In ähnlichem Zustande findet es sich bisweilen auf antiken Gegenständen, die lange in der Erde gelegen haben.

Je feiner und reiner das Oxydul ist, desto schöner carminroth ist seine Farbe, durch Glühen mit Kohle oder in Wasserstoffgas, so wie durch Schmelzen mit Kalium wird es wie das Oxyd zu Metall reducirt. Mit Schwefelsäure, Phosphorsäure, Essig-, Oxal-, Wein-, Citronensäure, selbst mit kalter, sehr verdünnter Schwefelsäure zerfällt es in Metall und sich lösendes Oxyd. Mit Bromwasser übergossen, entsteht Kupferbromid und Kupferoxyd. Von überschüssiger Salzsäure wird es leicht gelöst. Glasflüssen ertheilt es, wenn es unter Vermeidung von Oxydation damit zusammengeschmolzen wird, eine rubinrothe Farbe. *V.*

Kupferoxydul-Ammoniak. Wenn man Kupferoxydul oder dessen Hydrat, oder Kupferoxyd und Kupferfeile in einem verstopften Glase mit überschüssigem Ammoniak übergiefst, so erhält man eine farblose Flüssigkeit, die sich so leicht an der Luft oxydirt, dass, wenn man sie in einem dünnen Strahle von hoch herab in ein anderes Gefäfs giefst, sie schön blau erscheint. *V.*

Kupferoxydulhydrat, $4Cu_2O . HO$. Wenn man die Lösung des Kupferchlorürs in Salzsäure in überschüssige Natron- oder Kalilauge giefst, oder frisch gefälltes Oxydhydrat mit einer etwas kohlensaures Natron enthaltenden Milchzuckerlösung zum Sieden erwärmt, bis es (nach wenigen Minuten) pomeranzengelb geworden ist, mit Wasser verdünnt und auswäscht, so erhält man Kupferoxydulhydrat als pomeranzengelbes Pulver, welches sich an der Luft oxydirt und in Oxydhydrat übergeht. Das Hydrat hält noch bei 100° sein Wasser zurück und verliert es erst vollständig bei 360°, ohne deshalb schon bei dieser Temperatur die Farbe zu ändern, die erst bei anfangendem Weifsglühen in die rothe des auf anderem Wege dargestellten wasserfreien Oxyduls sich verwandelt. *V.*

Kupferoxydulsalze. Das Kupferoxydulhydrat kann zwar nur in wenigen Säuren gelöst werden, ohne in Kupfer und Oxyd zu zerfallen, dennoch verbindet es sich mit den meisten Säuren, wenn es

im Entstehungsmomente mit ihnen zusammenkommt. Diese Verbindungen sind farblos oder roth im feuchten Zustande, mit Luft in Berührung gehen sie in Oxydsalze über, auch durch Behandlung mit warmer Salpetersäure und unterchloriger Säure. Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium fällen aus ihnen unlösliches schwarzes Kupfersubsulfuret. Kali- und Natronlauge fällen daraus Kupferoxydulhydrat, eben so die kohlensauren Alkalien. Ammoniak und kohlensaures Ammoniak geben farblose Lösungen, die sich an der Luft augenblicklich blau färben. Jodkalium schlägt Kupferjodür nieder. Ferrocyankalium giebt einen weifsen, sich an der Luft bräunenden, Ferridcyankalium einen braunrothen Niederschlag. *V.*

Kupferoxysulfuret. Es sind in neuerer Zeit mehre Verbindungen von Schwefelkupfer mit Kupferoxyd bekannt geworden. Man erhält sie auf folgende Weise:

Die auf 5 Aeq. Kupfersulfuret 1 Aeq. Oxyd enthaltende Verbindung erhält man nach Pelouze (s. Art. Kupfer, Bestimmung), wenn man in eine ammoniakalische, bis zu 75—80° erhitzte Kupferoxydlösung Schwefelnatrium eintröpfelt, bis die Farbe der Lösung eben verschwindet, den erhaltenen Niederschlag rasch abfiltrirt und aussüfst. Wird die Temperatur während des Fällens bis zu 95° oder 100° gesteigert, so nimmt das Oxysulfuret eine andere Zusammensetzung an, was man leicht nachweisen kann, wenn man das Oxysulfuret mit einer schwachen Kupferoxydsalzlösung in Ammoniak zum Kochen erhitzt, wodurch diese entfärbt wird und nun Oxydulsalz enthält.

Wird Schwefelkupfer in einer Kupferoxydlösung erwärmt, so bildet sich ebenfalls Oxysulfuret, am leichtesten wenn die Lösung alkalisch ist.

Mauméné [1]) hat gezeigt, dass bei der Darstellung von schwefliger Säure durch Behandlung von Schwefelsäure mit Kupfer der anfangs sich bildende, die Säure braun färbende Körper die Zusammensetzung $2\,Cu_2S + CuO$ besitzt. Bei weiterer Einwirkung der Säure bildet sich durch Entziehen von Kupfer $2\,CuS + CuO$. Wenn die Säure aus dem Rückstande kein Gas mehr entwickelt, so ist die Zusammensetzung des zurückbleibenden schwarzen Körpers $CuS + CuO$. *V.*

Kupferpecherz nennt man ein mehr oder weniger inniges Gemenge von Kupferoxyd und Eisenoxyd, welches als Zersetzungsproduct des Kupferkies auftritt und zuweilen in Pseudomorphosen nach diesem gefunden wird. Mitunter ist es durch vorwaltendes Eisenoxyd roth gefärbt, und wird dann Ziegelerz genannt. *Th. S.*

Kupferrauch, Kupferregen, nennt man die beim Gaarmachen des Kupfers zuweilen eintretende eigenthümliche Erscheinung, dass von der Oberfläche des geschmolzenen Kupfers kleine flüssige Partikel desselben in grofser Menge emporgeschleudert werden und als erstarrte Kügelchen wieder herabfallen. Es scheint dies eine ganz analoge Ursache zu haben, wie das Spratzen des Silbers; nämlich eine Absorption von Sauerstoff bei höherer Temperatur und darauf folgendes Entweichen dieses Glases bei eintretender Abkühlung. — Kupferrauch nennt ferner der gemeine Bergmann in einigen Gegenden Deutschlands

[1]) Annal. de Chim. et de Phys., [3] T. XVIII p. 311.

eine Efflorenz von Vitriolen, besonders von Eisenvitriol oder kupferhaltigem Eisenvitriol, wie sie in feuchten Kupfergruben vorzukommen pflegt. *Th. S.*

Kupferrost ist basisch kohlensaures Kupferoxyd, s. Art. Aerugo, Suppl. S. 43.

Kupfersäure, Kupfersesquioxyd, Cu_2O_3, von Walter Crum[1]) und von Krüger[2]) gleichzeitig beobachtet, von Ersterem näher untersucht. Man erhält sie in Verbindung mit Kalk, wenn zu einer Lösung von Bleichkalk, die man mit einer grofsen Menge von Kalk vermischt und bis auf 0° abgekühlt hat, eine Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd gesetzt wird. Es entsteht ein bläulichgrüner Niederschlag und die darüberstehende Flüssigkeit ist durch ein Kupfersalz schön blau gefärbt. Sobald die Wärme der Flüssigkeit bis zur gewöhnlichen Lufttemperatur gesteigert wird, verändert sich die Farbe, und alles Kupfer fällt als schweres schwarzes, ins Purpurne spielende Pulver zu Boden. Dabei entwickelt sich etwas Sauerstoff, dies hört aber nach 24 Stunden auf und die nun abgesetzten Körner der Verbindung lassen sich leicht von der Flüssigkeit trennen; sie werden mit eiskaltem Kalkwasser gewaschen. Beim Zerreiben geben sie ein rosenrothes Pulver. Mit heifsem Wasser übergossen entwickeln sie Sauerstoff und braunes Kupferoxyd bleibt zurück. Säuren lösen die Verbindung unter Entwickelung von Sauerstoff und etwas Kohlensäure. Silbersolution erzeugt keinen Niederschlag in der salpetersauren Lösung. Die Kohlensäure der Luft verwandelt die schwarze Farbe der Verbindung bald in die grüne des kohlensauren Kupferoxyds. Auch im luftleeren Raume neben Schwefelsäure kann die Verbindung nicht getrocknet werden, ohne in Oxyd überzugehen.

Die Kalkverbindung der Kupfersäure enthält 1 Aeq. Kalk, entspricht also der Formel: $CaO . Cu_2O_3$.

Im reinen Zustand konnte die Säure nicht erhalten werden. Ebenso wenig gelang es, Verbindungen derselben durch unterchlorigsaure Alkalien hervorzubringen, auch wenn man deren Lösungen stark mit Alkali übersättigte. Nach Krüger entsteht eine rosenrothe Lösung, wenn man durch Kalilauge, in der Kupferoxydhydrat suspendirt ist, einen raschen Chlorstrom leitet, aber die Lösung zersetzt sich bald unter Sauerstoffentwickelung und Abscheidung von Kupferoxyd. Fremy[3]) giebt an, dass, wenn man eine Legirung von Kupfer und wenig Zink mit Salpeter verpuffe und den Rückstand mit kaltem Wasser behandle, eine anfangs rosenrothe, bald aber blau und violett werdende und unter Absatz von Kupferoxyd und Entwickelung von Sauerstoff sich entfärbende Lösung erhalte. Er will durch Behandlung von Kupferoxydhydrat mit unterchlorigsaurem Alkali eine braune Lösung erhalten haben, die Sauerstoff entwickelte und Kupferoxyd absetzte. *V.*

Kupfersalmiak s. Kupferchlorid.

Kupferschaum, ein dem Kupferglimmer verwandtes Mineral, welches nach v. Kobell aus 43,88 Kupferoxyd, 25,01 Arseniksäure,

---

[1]) Annalen der Chemie. Bd. LV, S. 213.
[2]) Annalen der Physik. Bd. LXII, S. 445.
[3]) Annales de Chim. et de Phys., [3] 1844, und Polyt. Centralbl. 1845, S. 171.

17,46 Wasser und 13,65 kohlensaurem Kalk besteht, welchen letzteren Bestandtheil v. Kobell für keinen zufällig eingemengten, sondern für einen wesentlichen ansieht. Derselbe entwirft für diese Zusammensetzung die Formel: $(5\,CuO\,.\,AsO_5 + 10\,HO) + CaO\,.\,CO_2$, welche 43,67 Kupferoxyd, 25,37 Arseniksäure, 19,82 Wasser und 11,14 kohlensaurem Kalk verlangt. In Säuren wird der Kupferschaum leicht und unter Brausen gelöst. Bei seiner Behandlung mit Aetzammoniak bleibt kohlensaurer Kalk als weifses Pulver zurück. Die Beschaffenheit dieses Pulvers dürfte darüber entscheiden, ob der kohlensaure Kalk wirklich als wesentlicher Bestandtheil des Kupferschaums anzusehen ist. Zeigt sich dasselbe unter dem Mikroskope krystallinisch, so wäre die blofs mechanische Einmengung erwiesen. — Der Kupferschaum kommt in rhombischen Säulen krystallisirt vor. Seine Farbe geht vom Apfel- und Spangrünen ins licht Himmelblaue über. Er ist kaum härter als Talk, durchscheinend, theils glas-, theils perlmutterglänzend, und besitzt ein specif. Gew. von 3,1. Er ist, gleich vielen anderen verwandten Mineralien, ein Zersetzungsproduct von Kupfererzen, und findet sich besonders an mehreren Orten in Tyrol. *Th. S.*

Kupferschiefer, ein bituminöser Mergelschiefer mit eingesprengten, zum Theil silberhaltigen Kupfererzen (Buntkupfererz, Kupferkies, Kupferglanz), welcher mit dem Weifsliegenden die unterste Abtheilung der Zechsteinformation bildet. In einigen Gegenden Norddeutschlands, besonders im Mansfeldschen, am Harz, in Thüringen, Hessen und Schlesien tritt derselbe in grofser Verbreitung, selten aber in einer mehr als 2—3 Fufs betragenden Mächtigkeit auf. Es hat den Anschein, dass die ganze ausgedehnte Kupferschieferschicht den Boden eines ehemaligen Landsee's bezeichnet, in welchen sich kupferhaltige Quellen ergossen. Kersten[1]) giebt an, dass er im Mansfelder Kupferschiefer kleine Mengen von Vanadin gefunden habe. In mehreren der gedachten Gegenden wird der Kupferschiefer als Kupfererz gewonnen und giebt dadurch zu einem sehr bedeutenden und ergiebigen Bergbau und Hüttenbetriebe Veranlassung. Auch in England und Nordamerika kommen kupferschieferähnliche Bildungen vor. *Th. S.*

Kupferseife wird der aus einer Verbindung von fetten Säuren mit Kupferoxyd bestehende grüne Niederschlag genannt, welchen man durch Fällung einer Seifenlösung mit Kupferoxyd erhält. Er dient, mit Leinölfirniss angemacht, als eine dauerhafte Oelfarbe. Am besten verseift man zu diesem Zweck ein trocknendes Oel und fällt die Lösung der Seife mit Kupfervitriol. Um eine Broncefarbe zu erhalten, vermischt man den zur Fällung anzuwendenden Kupfervitriol mit Eisenvitriol oder Eisenoxydsalz. Noch mehr zu empfehlen ist, beide Niederschläge getrennt darzustellen, sie einzeln in Leinöl zu lösen und bis zur Erreichung der gewünschten Farbennüance mit einander zu mengen (Elsner). *V.*

Kupferseleniet. Das Selen verbindet sich mit Kupfer in zwei dem Oxydul und dem Oxyd entsprechenden Verhältnissen.

Das Kupfersubseleniet, Cu_2S, erhält man, wenn Kupfer in Selendampf erhitzt wird, oder wenn man auf glühendes Kupfer Selen

[1]) Annalen der Physik, Bd. LIII, S. 385.

wirft. Die Verbindung findet unter Feuererscheinung statt. Es bildet eine unter der Glühhitze schmelzende, stahlgraue, spröde Masse von dichtem Bruch. Beim Erhitzen an der Luft verbrennt ein Theil des Selens sehr rasch, aber selbst nach langer Einwirkung bleibt das Kupfer, spröde, graulich, leicht schmelzbar.

Das Kupferseleniet, CuS, wird erhalten durch Fällung von Kupferoxydlösungen mit Selenwasserstoff als schwarze Flocken, die beim Trocknen stahlgrau werden und durch den Polirstahl einen metallischen Strich annehmen. Beim Erhitzen in Destillationsgefäfsen entweicht die Hälfte des Selens (Berzelius). *V.*

Kupfersesquioxyd s. Kupfersäure.

Kupfersmaragd s. Dioptas.

Kupferspiritus s. Essigsäure.

Kupferstein, ein Zwischenproduct bei der hüttenmännischen Gewinnung des Kupfers (s. Kupfer, Gewinnung). Die Bestandtheile desselben sind Schwefelkupfer und Schwefeleisen nebst geringeren Mengen anderer Schwefelmetalle. Folgende Zusammenstellung von Analysen verschiedener Kupfersteine zeigt das Variable ihrer Mischung.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Schwefel	26,35	24,62	26,70	21,00	24,2
Kupfer	8,32	12,00	9,81	36,20	38,6
Eisen	62,26	55,85	58,14	15,20	22,7
Blei	—	3,96	0,58	24,80	—
Zink	1,23	2,92	1,44	2,64 [1]	3,7
Kieselerde . . .	0,07	0,20	1,95	Silber: 0,16	0,2
Magnesia . . .	0,44	—	—	—	—
	98,67	99,55	98,62	100,00	

I, II und III, Schwedische Kupfersteine, nach Bergsten, Johnsen und Winkler; IV, Freiberger Kupferstein, nach Ihle; V, Mansfelder Kupferstein, nach Le Chevalier. In keinem dieser Steine ist die Schwefelmenge hinreichend, um alle vorhandenen Metalle in Einfach-Schwefelmetalle, RS, umzuwandeln, so dass also der Kupferstein als ein Gemenge von Schwefelmetallen der Form RS und R_2S angesehen werden muss. In manchen Kupfersteinen, wie z. B. im Mansfelder, kommt metallisch ausgeschiedenes Kupfer vor, welches in Blasenräumen mitunter schöne draht- und haarförmige Vegetationen bildet. *Th. S.*

Kupferstickstoff, Cu_6N, von Schrötter [2]) entdeckt. Wird wohl getrocknetes Ammoniakgas bei einer Temperatur von 250° über recht lockeres Kupferoxyd geleitet, so bildet sich Stickstoffkupfer und Wasser. Es widersteht aber selbst nach langer Einwirkung leicht ein Theil des Oxydes der Reduction und andrerseits pflegt etwas salpetersaures Oxyd gebildet zu werden. Das so erhaltene Präparat bildet ein dunkelgrünes, bisweilen fast schwarzes Pulver, das bei 300° mit schwacher Explosion in seine Bestandtheile zerfällt. Die Temperatur, bei der diese Zersetzung eintritt, hängt übrigens zum Theil von dem Gase, worin sich das Stickstoffkupfer befindet, ab. In Sauerstoffgas ge-

[1]) Nickel, Zink, Antimon und Verlust.
[2]) Annal. der Chemie, Bd. XXXVII, S. 130.

schieht es bei der niedrigsten Temperatur, in atmosphärischer Luft und Kohlensäure bei höherer, in Ammoniakgas noch weniger leicht.

Wird das Stickstoffkupfer in Schwefelsäure gebracht, so entweicht das Stickgas mit Heftigkeit und metallisches Kupfer bleibt zurück; andere Säuren wirken ähnlich, nur ist die Reaction bei solchen, die wie Salpetersäure das Kupfer oxydiren, noch energischer. In trockenem salzsauren Gase bildet sich Kupferchlorid und Salmiak. Chlor erzeugt Kupferchlorid und Stickgas entweicht. Wässeriges Ammoniak veranlasst keine sichtbare Gasentwickelung, färbt sich aber allmälig blau.

Wenn man über glühendes metallisches Kupfer trockenes Ammoniakgas leitet, so wird jenes zwar krystallinisch und spröde, nimmt aber keinen Stickstoff auf (Schrötter). *V.*

Kupfersulfocyanid, Kupferrhodanid, $Cu.CyS_2$, stellt man am besten dar, wenn Kupferoxydhydrat oder kohlensaures Kupferoxyd mit überschüssiger Schwefelblausäure übergossen wird. Auch kann man ein Kupferoxydsalz durch concentrirte Schwefelcyankaliumlösung, wovon man einen Ueberschuss zuzusetzen vermeidet, fällen. Es bildet ein sammtschwarzes, nach dem Trocknen geruchloses Pulver, welches nicht ausgewaschen werden kann, da es durch Wasser zerlegt und grau wird, indem sich Sulfocyanür, etwas Blausäure und Schwefelsäure bildet. Einmal getrocknet findet diese Zersetzung, eben so wie durch Alkohol, langsamer, aber auf ganz gleiche Weise statt. Wärme beschleunigt die Veränderung. Schon etwas über 100° entwickelt sich zuerst Schwefelblausäure, dann Schwefelkohlenstoff, dann Schwefel, und es bleibt ein brauner Rückstand, der, mit Salpetersäure behandelt, einen gelben mellanähnlichen Körper hinterlässt (Claus) [1]. Nach Meitzendorff [2]) entweicht durch die Einwirkung der Hitze etwas Cyan, viel Stickstoff und Schwefelkohlenstoff, und ein dem Mellan ähnlicher, mit Schwefelkupfer gemengter Rückstand bleibt.

Salpetersäure zersetzt leicht das Kupfersulfocyanid, indem sie es zuerst entfärbt, dann unter Schwefelsäurebildung auflöst. In warmer Salz- und Schwefelsäure wird es zuerst weifs und löst sich dann auf. Eine sehr concentrirte Lösung von Kaliumsulfocyanür löst das Salz zu einer braunen Flüssigkeit, indem Schwefelblausäure entweicht; auf Zusatz von Wasser wird Kupfersulfocyanür gefällt. Kalilauge zerlegt das Salz, indem sie Kupferoxydul und Oxydhydrat abscheidet. Ammoniak löst es mit dunkelblauer Farbe und Zurücklassung einer gelben basischen Verbindung. *V.*

Kupfersulfocyanid-Ammoniak, $Cu.CyS_2 + NH_3$. Wenn man die durch Digestion von Kupfersulfocyanür oder -cyanid mit Ammoniak bei Luftzutritt erhaltene blaue Lösung unter öfterem Ersatz des Ammoniaks verdampft, zuletzt über concentrirte Schwefelsäure stellt oder mit Alkohol versetzt, so bilden sich kleine blaue Krystalle dieser Verbindung. Werden sie erhitzt, so schmelzen sie unter Aufschäumen, und Ammoniumsulfocyanid sublimirt. Bei höherer Temperatur erhält man dieselben Zersetzungsproducte, wie von Kupfersulfocyanid (Meitzendorff). *V.*

---

[1]) Journal für prakt. Chemie, Bd. XV, S. 401.
[2]) Annal. der Physik, Bd. LVI, S. 63.

Kupfersulfocyanür, $Cu_2 . CyS_2 + aq$. Diese Verbindung schlägt sich als rein weifses Pulver nieder, wenn Kupferoxydulhydrat mit Schwefelblausäure digerirt oder ein Kupferoxydulsalz mit Kaliumsulfocyanür versetzt wird. Auch bei der Fällung von Kupferoxydsalzen durch Kaliumsulfocyanid erhält man nach einiger Zeit das Kupfersulfocyanür fast rein, wenn die Lösungen stark verdünnt sind.

Bei 110° getrocknet, enthält die Verbindung noch 1 Aeq. Wasser; erwärmt man aber unter fleifsigem Rühren, bis das Salz eben anfängt sich zu bräunen, so wird es wasserfrei (Liebig). Bei der trockenen Destillation erhält man unter Entweichen von Schwefelkohlenstoff Mellan mit Schwefelkupfer gemengt, bei höherer Temperatur wirkt das Mellan auf das Schwefelkupfer, treibt den Schwefel aus und es entsteht Mellankupfer, welches erst bei der Glühhitze zerlegt wird. Trägt man in bei schwacher Rothglühhitze schmelzendes Kaliumsulfocyanür Kupfersulfocyanür ein, so geht dieselbe Zersetzung vor sich. Das gebildete Mellan wirkt auf das Schwefelcyankalium, wie wenn es im reinen Zustande zugesetzt würde; es erzeugt Mellankalium und Schwefelcyan; aus letzterem bildet sich dann eine neue Menge von Mellan (Liebig) [1]. — Vor dem Erhitzen mit seinem halben Gewicht Kupferfeile gemengt, entwickelt es eine grofse Menge Gas, welches Cyan zu seyn scheint (Porret). An der Luft erhitzt, verbrennt es mit blauer Flamme. Mit dem fünffachen Gewicht an chlorsaurem Kali zusammengerieben verpufft es durch Schlag, Wärme, Elektricität oder Zusatz von concentrirter Schwefelsäure leicht. Salpetersäure zerlegt es unter Schwefelsäurebildung, indem sich anfangs Kupfersulfocyanid von schwarzer Farbe bildet. Schwefelsäure zersetzt es unter Abscheidung von etwas Schwefelkupfer (Meitzendorff). Schwefelwasserstoff wirkt auf mit Wasser übergossenes Kupfersulfocyanür ein und färbt es braun; sobald aber etwas Schwefelblausäure in der Flüssigkeit vorhanden ist, hört die Zersetzung auf (Völkel). Alkalische Lauge scheidet Kupferoxydulhydrat ab. In frisch gefälltem Zustande ist es in Ammoniak vollständig löslich, nach dem Trocknen bleibt ein unlösliches gelbes basisches Salz zurück, während eine farblose Lösung gebildet wird (Claus). *V.*

Kupfersulfurete, Schwefelkupfer. Der Schwefel verbindet sich in mehreren Verhältnissen mit dem Kupfer, von denen die beiden niedrigsten Verbindungsstuffen, das Subsulfuret dem Oxydul, das Sulfuret dem Oxyd des Metalls entsprechend zusammengesetzt sind. Die Verbindungen des Kupfers mit 2, 3, 4 und 5 Aequivalenten Schwefel erhält man, nach Berzelius, durch Vermischen von Kupferoxydsalzlösungen mit den entsprechenden Schweflungsstufen des Kaliums. Es sind leberbraune Niederschläge, die sich beim Auswaschen an der Luft mit heifsem Wasser nicht oxydiren, noch überhaupt verändern, beim Trocknen schwarz werden und sich im feuchten Zustande in kohlensauren Alkalien mit gelbbrauner Farbe lösen (Berzelius). Andere Eigenschaften dieser letzteren sind nicht näher gekannt.

Kupfersubsulfuret, Halbschwefelkupfer, Cu_2S, kommt in der Natur als Kupferglanz vor. Schon bei dem Zusammenreiben von genau 4 Thln. durch Reduction aus kohlensaurem Kupferoxyd mittelst Wasserstoff bei möglichst niederer Temperatur erhaltenes fein

[1] Annal. der Chemie, Bd. L, S. 347.

vertheiltes Kupfer mit 1 Thl. über Schwefelsäure getrockneter Schwefelmilch bei gewöhnlicher Temperatur, oder von fein zertheiltem Kupfer mit Schwefelblumen in einer über 25° erhitzten Reibschale, verbinden sich diese Substanzen unter einer bis zum Rothglühen sich steigernden Wärmeentwickelung (Winkelblech[1]). Auch wenn Kupferfeile und Schwefel unter Wasser gerieben werden, entsteht jenes Schwefelkupfer; ferner durch Zersetzung von Kupferoxydulsalzen mit Schwefelwasserstoff, oder durch Erhitzen von Kupfersulfuret bei abgehaltener Luft bis zum Rothglühen, wobei die Hälfte des Schwefels abdestillirt; auch wenn trockenes schwefelsaures Kupferoxyd im Kohlentiegel bis zur Weifsglühhitze erwärmt wird. 8 Thl. Kupferfeile, mit 3 Thln. Schwefel erhitzt, verbinden sich unter Feuererscheinung zu demselben Körper. Früher pflegte man zur Darstellung von Kupfervitriol an einigen Orten in besonderen Oefen Abfälle von Kupferblechen bis zum schwachen Glühen zu erhitzen und Schwefel in hinreichender Menge darauf zu werfen, und dann den Ofen zu verschliefsen. Man findet dann bisweilen die Verbindung in regelmäfsigen Octaedern krystallisirt. Sehr dünnes Kupferblech verbrennt, wenn es in einen Kolben getaucht wird, in dem man Schwefel so stark erhitzt hat, dass er mit rothem Schwefeldampf ganz gefüllt ist, mit rothem Licht. Auch Kupferoxyd, mit überschüssigem Schwefel stark geglüht, liefert Kupfersubsulfuret.

Bei abgehaltener Luft wird es durch Glühen nicht verändert, hat aber die Luft Zutritt, so entweicht schweflige Säure, und schwefelsaures Kupferoxyd, mit freiem Kupferoxyd gemengt, bleibt zurück. Selbst bei längerem Erhitzen bis zum Rothglühen in Wasserdampf wird es nur theilweise zersetzt, beim Weifsglühen aber bildet sich Schwefelwasserstoffgas, Schwefel sublimirt, Wasserstoff wird frei und das Kupfer soll regulinisch zurückbleiben (Regnault[2]). Es ist nicht angegeben, welche Verbindung der Sauerstoff hierbei eingeht. Wasserstoffgas wirkt nicht darauf ein, Phosphorwasserstoff zerlegt es beim Glühen in Schwefelwasserstoff und Kupfersubphosphoret ($3\,Cu_2S + PH_3 = 3\,HS + Cu_6P$) (H. Rose[3]). Chlorgas wirkt in der Kälte nicht, in der Wärme sehr langsam darauf ein. Kalte Salpetersäure zieht die Hälfte des Kupfers aus und hinterlässt Kupfersulfuret, heifse Salpetersäure oxydirt es vollständig. In kochender concentrirter Salzsäure ist es schwierig, unter Schwefelwasserstoffentwickelung als Kupferchlorür löslich. 10 Thle. Kupfersubsulfuret, mit 7 Thln. Salpeter geschmolzen, liefern schwefelsaures Kali und metallisches Kupfer. Beim Schmelzen mit kohlensauren Alkalien wird es nicht verändert, wenn man aber Kohle oder kaustisches Alkali zusetzt, wird ein Theil des Kupfers reducirt. Wird Bleioxyd damit zusammengeschmolzen, so entweicht schweflige Säure, es entsteht eine rothe Kupferoxydul und Bleiglätte enthaltende Schlacke und metallisches Blei scheidet sich ab (Berthier[4]). Blei wirkt bei der Schmelztemperatur nicht darauf ein, Kupferoxyd bildet schweflige Säure, Kupferoxydul oder metallisches Kupfer (Karsten). Eisen zerlegt es sehr unvollständig. Mit den die Rolle von Säuren übernehmenden

[1]) Annal. der Chemie, Bd. XXI, S. 34.
[2]) Annal. de Chim. et Phys., [2] T. LXII, p. 378.
[3]) Annal. der Physik, Bd. XXIV, S. 325 und XLII, S. 546.
[4]) Annal. de Chim. et Phys., [2] T. XXXIII p. 140 und T. XXXIX, p. 246.

Schwefelmetallen bildet es Schwefelsalze. In der Natur kommen häufig Verbindungen derselben mit anderen Schwefelmetallen vor, z. B. mit Schwefelsilber, -Wismuth, am häufigsten mit Schwefeleisen, Kupferkies genannt.

Kupfersulfuret, Einfach-Schwefelkupfer: CuS, wird durch Fällung von Kupferoxydsalzen mit Schwefelwasserstoff erhalten. In der Natur findet es sich als Kupferindig, ein ziemlich seltenes Mineral.

Wenn man Kupferoxydsalzlösungen mit Schwefelwasserstoff behandelt oder mit Schwefelammonium versetzt, so entsteht ein anfangs brauner, beim Ansammeln braunschwarz werdender Niederschlag, der beim Trocknen grünschwarz wird, sich aufserordentlich leicht an der Luft oxydirt, dann sauer reagirt und im feuchten Zustande ganz in schwefelsaures Kupferoxyd übergeht. Er muss daher bei möglichstem Luftabschluss mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser ausgewaschen werden.

Wenn man fein gepulvertes Kupfersubsulfuret in einer Reibschale mit starker kalter Salpetersäure reibt, so zieht diese die Hälfte des Kupfers aus und hinterlässt das Sulfuret als grünschwarzes Pulver. Beim Behandeln des Sulfurets mit heifser Salpetersäure wird alles Kupfer oxydirt, Schwefelsäure gebildet und ein Theil des Schwefels abgeschieden. Heifse concentrirte Salzsäure bildet damit, obwohl langsam, Kupferchlorür unter Schwefelwasserstoffentwickelung und Abscheidung von Schwefel. Am besten gelingt diese Zersetzung bei dem frisch gefällten Sulfuret. Aus Silbersalzen fällt dieses Schwefelsilber, indem sich das Kupfer löst. Es ist unlöslich in Lösungen von schwefliger Säure, Kali und Schwefelalkalimetall.

Ueber die Verbindungen von Kupfersulfuret mit Kupferoxyd s. den Art. Kupferoxysulfuret. *V.*

Kupfersuperoxyd: CuO_2 (?), wird nach Thénard[1]) erhalten, wenn man eine verdünnte salpetersaure Kupferoxydlösung mit kaustischer Kalilauge bei 0° fällt, den voluminösen Niederschlag auswäscht und sogleich mit einem grofsen Ueberschuss von Wasserstoffsuperoxyd übergiefst. Letzteres darf nicht mehr als den siebenten bis achten Theil des Sauerstoffs enthalten vom Wasser, worin es gelöst ist. Die blaue Farbe des Oxydhydrats geht zuerst in grün, zuletzt in gelbbraun über. Man muss alle Gefäfse und Flüssigkeiten bis 0° abgekühlt haben; es findet alsdann anfangs keine Sauerstoffentwickelung statt, sie beginnt jedoch, sobald Superoxyd in gröfserer Menge gebildet ist. Man kann durch Verdünnung der Flüssigkeit mit eiskaltem Wasser dies verlangsamen, muss aber dann bald abfiltriren und zwischen Löschpapier trocknen.

Es ist geschmack- und geruchlos, hat im reinen Zustande eine dunkel gelbbraune Farbe, zersetzt sich selbst trocken schon bei einer den Siedepunkt des Wassers noch nicht erreichenden Temperatur vollständig, im feuchten Zustande von selbst schon in 12 Stunden. Auf glühende Kohlen geworfen verpufft es schwach. In Wasser ist es unlöslich. In alkalischer Flüssigkeit entweicht der Sauerstoff sehr schnell. Verdünnte Säuren zersetzen es unter Bildung von Wasserstoffsuperoxyd.

---

[1]) Dessen Lehrbuch der theor. und prakt. Chemie, Bd. II, S. 316, übersetzt von Fechner.

L. Gmelin hält es für eine Verbindung von Kupferoxyd mit Wasserstoffsuperoxyd. *V.*

Kupfertinctur, flüchtige, *Tinctura Veneris volatilis.* Wird eine Lösung von Kupferoxyd in Ammoniak (s. Kupferoxyd-Ammoniak) genannt. Sie wird unter andern erhalten, wenn man Salmiakgeist in einer nur zu $\frac{1}{6}$ davon angefüllten Flasche mit Kupferstreifen schüttelt. Boerhave hat sie zuerst als Medicament empfohlen, jetzt findet sie selten Anwendung. *V.*

Kupfervitriol. Dieses Salz kommt, ganz von der Zusammensetzung des künstlich dargestellten, $CuO.SO_3 + 5\,aq.$, als Zersetzungsproduct verschiedener Kupfererze vor, so z. B. in den Kupfergruben des Rammelsberges bei Goslar, zu Klausen in Tyrol, Fahlun in Schweden u. s. w. Ein basisch schwefelsaures Kupferoxyd aus Mexico ist Brochantit (s. d.) genannt worden. Berthier giebt ihm die Formel $4CuO.SO_3 + 4HO$. Nimmt man an, dass $1CuO$ durch $2HO$ ersetzt wird (s. Isomorphismus, polymerer), so erhält der Kupfervitriol die Formel $3(CuO).SO_3 + HO$, und der Brochantit $6(CuO).SO_3$. *Th. S.*

Kupferwasser. Trivialname für kupfer- und eisenvitriolhaltige Grubenwässer.

Kupferwasserstoff, Kupferhydrür: Cu_2H, von Wurtz[1]) entdeckt. Wenn man sich eine Lösung von unterphosphoriger Säure bereitet, indem man aus 5 Gewichtstheilen von unterphosphorigsaurem Baryt durch Schwefelsäure die Basis genau ausfällt und dann eine Lösung von 4 Gewichtstheilen Kupfervitriol zusetzt, so wird die Mischung zuerst grün, wenn man dann bis zu 70° erwärmt, so bildet sich ein gelber, bald braunroth werdender Niederschlag. Wird hierauf die Flüssigkeit schnell abgekühlt und filtrirt, so erhält man ein braunes Pulver, welches beim Erhitzen Wasserstoff entwickelt, beim Uebergiefsen und Erwärmen mit Salzsäure die doppelte Menge dieses Gases unter Bildung von Kupferchlorür frei werden lässt und in Chlorgas gebracht sich entzündet. Derselbe Körper bildet sich, nach Poggendorff[2]), an der negativen Elektrode, wenn man schwach angesäuerte, hinreichend verdünnte Kupfervitriollösung durch einen galvanischen Strom von mäfsiger Stärke zersetzt. Aber auch so kann er nicht unzersetzt abgenommen und untersucht werden. *V.*

Kupferwismutherz — Wismuthkupfererz, Wismuthfahlerz —, ein bisher nur bei Wittichen und Gallenbach in Baden vorgekommenes seltenes Mineral, welches nach einer sehr mangelhaften Analyse von Klaproth 34,66 Kupfer, 47,24 Wismuth und 12,58 Schwefel (5,52 Verlust) enthält. Es bildet säulenförmige Krystalle, welche büschelförmig zusammengefügt vorkommen; findet sich auch derb eingesprengt. Farbe licht bleigrau ins Stahlgraue, gewöhnlich gelblich, röthlich bis bräunlich angelaufen. *Th. S.*

Kupferziegelerz, Ziegelerz, s. Kupferpecherz.

---

[1]) Compt. rend. Bd. XVIII. S. 702.
[2]) Bericht der Berliner Akademie 1848 und Pharm. Centr. 1849 S. 57.