

Gruppe des Kupfers.

508. Diese Gruppe umfaßt Kupfer, Silber und Gold. Diese Metalle nehmen unter den Metallen in bezug auf thermische und elektrische Leitfähigkeit sowie den Glanz den ersten Platz ein; sie sind außerordentlich dehnbar. In ihren chemischen Eigenschaften hingegen zeigen sie einen recht wenig ausgesprochenen metallischen Charakter. Sie ersetzen nicht den Wasserstoff der Säure; mit Sauerstoff direkt vereinigt sich nur das Kupfer. So läßt sich denn auch nicht verkennen, daß die Stellung, die diese Gruppe im periodischen System neben den Alkalimetallen einnimmt, sich nur durch etwas gezwungene Beziehungen rechtfertigt. Die Wertigkeit dieser Metalle ist wechselnd; Kupfer ist ein- und zweiwertig, Silber fast immer einwertig. Die Valenz des Goldes ist gleich eins oder drei.

Kupfer Cu.

Atomgewicht 63,12.

509. Das Kupfer ist nach dem Eisen das in metallurgischer Hinsicht wichtigste Metall. Es ist ein in der Natur weit verbreitetes Element. In gediegenem Zustand findet man es in großen Mengen an den Ufern des Lake Superior. Unter den Mineralien seien Kupferoxydul oder Cuprit Cu_2O erwähnt; zwei basische Karbonate Malachit und Azurit (Kupferlasur); der Chalkosin (Kupferglanz) und vor allem der Chalkopyrit, Kupferkies $\text{CuS} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$ das wichtigste Kupfermineral.

Die Gewinnung des Kupfers aus dem Oxyd oder Karbonat ist sehr einfach. Man erhitzt mit Kohle, wodurch das Kupferoxyd zu Metall reduziert wird.

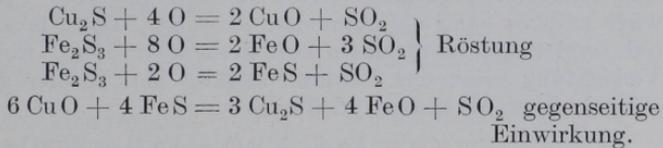
Die Abscheidung des Kupfers aus dem Kupferkies ist wesentlich umständlicher. Sie beruht auf dem Prinzip, daß das Kupfer große Neigung besitzt, in die Schwefelverbindung, Eisen in die Oxydverbindung überzugehen. Man unterwirft das Metall einer teilweisen Röstung in einem Flammenofen¹⁾ oder in einem solchen, wie man ihn auch

¹⁾ In der Metallurgie unterscheidet man zwei hauptsächliche Ofenarten:

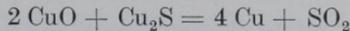
1. Der Flammofen. Die zu erhaltende Substanz befindet sich in einem flachen Hafen (Schmelzherd), der Sohle. Die Flammen eines besonderen

zum Rösten der Pyrite gebraucht. Kupfer und Eisen gehen teilweise in Oxyd über, Fe_2S_3 wandelt sich in FeS um. Man hört dann mit der Röstung auf und erhitzt stark, sei es in einem Schachtofen (deutsches Verfahren), sei es auf dem Herd eines Flammofens (englisches Verfahren) in Gegenwart von Sand.

Das gebildete CuO wirkt auf FeS ein und liefert Schwefelkupfer und Eisenoxyd. Die aufeinanderfolgenden Prozesse der Röstung und Einwirkung sind:



Der zugefügte Sand verbindet sich mit dem Eisenoxyd und gibt ein leicht flüssiges Ferrosilikat, das eine Schlacke bildet, während das rohe Schwefelkupfer schmilzt und sich unter der Decke von Ferrosilikat absetzt. Arbeitet man in einem Schachtofen, so muß die Temperatur so niedrig gehalten werden, daß das Eisenoxyd nicht durch die Kohle reduziert wird. So erhält man ein rohes Schwefelkupfer (Kupfer(Roh-)stein), das noch Eisen enthält, und mit dem man die eben beschriebene Reihe der Operationen wiederholt, also erst unvollständiges Rösten, dann Schmelzen mit Sand, bis alles Eisen in Silikat übergegangen ist. Das reine Schwefelkupfer wird als Schwarzkupfer oder Rohkupfer bezeichnet. Dieses unterwirft man einem letzten unvollständigen Rösten in einem Flammofen, dann erhitzt man sehr stark; das gebildete Kupferoxyd wirkt auf das Schwefelkupfer ein, es entsteht metallisches Kupfer.



Die Metallurgie des reinen natürlichen Schwefelkupfers beschränkt sich auf diese letzte Operation.

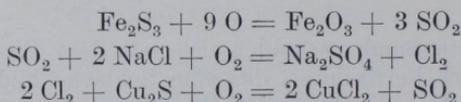
Man kann das Kupfer auch aus dem Kupferkies durch das Manhés-Verfahren abscheiden, das dem Bessemerprozeß zur Reinigung des Guß(roh)eisens (vgl. daselbst) sehr ähnlich ist. Das geschmolzene Schwarzkupfer fließt in Eisenblechzylinder (Konverter), die innen mit Kieselsteinen ausgefüttert sind. Eine besondere Anordnung gestattet, Luft unter Druck durch das geschmolzene Metall zu treiben. Eisen geht in Oxyd über, das sich mit der quarzigen Bekleidung verbindet und mit zugesetztem Sand ein flüssiges Silikat bildet. Der Schwefel verbrennt zu Schwefligsäureanhydrid; Arsenik, das oft in den Mineralien vorkommt, geht in Arsenigsäureanhydrid über. Man setzt das Einblasen der Luft so lange fort, als sich Schwefligsäureanhydrid entwickelt, und man er-

Ofens oder Generators werden vom Ofengewölbe auf die Sohle geworfen. Luftzug gestattet die Arbeit in neutraler, reduzierender oder oxydierender Umgebung.

- Der Schachtofen hat eine zylindrische Form; man beschickt ihn mit abwechselnden Schichten des Brennstoffs und des zu erhitzenden Körpers. Vom Fundament aus wird Luft eingeblasen, dort befinden sich auch die Guß- und Abstichöffnungen. Die Beschickung geschieht von oben her. Das Medium ist stets reduzierend.

hält so metallisches Kupfer, das, weniger sauerstoffgierig, sich erst nach den anderen Metallen oxydieren kann.

Arme Kupfererze (unter 1%) und vor allem die Rückstände der Pyritröstung, die zur Darstellung der Schwefelsäure gedient haben, werden der Zementation unterworfen. Man führt das Kupfer erst in eine lösliche Verbindung über (Sulfat oder Chlorid). Ist das Mineral ein Oxyd, so behandelt man mit verdünnter Schwefelsäure. Ist es eine Schwefelverbindung (unvollkommen geröstete Pyrite), so unterwirft man es einer chlorierenden Röstung. Dazu mischt man es mit Salz und röstet es in einem sich drehenden Ofen. Eine zweckmäßige Vorrichtung rührt das Gemisch ständig um. Kupfer geht in Kupferchlorid, Eisen in Eisenoxyd über.



Man muß bei niedriger Temperatur arbeiten, um die Verflüchtigung des Kupferchlorids zu verhüten. Man erschöpft die Masse mit Wasser; die Kupferchloridlösung wird mit Eisenspänen zusammengebracht, wodurch sich das Kupfer metallisch ausscheidet. Ebenso verfährt man mit dem Kupfersulfat, das der Behandlung der oxydierten Mineralien mit Schwefelsäure entstammt.

Das nach allen diesen Verfahren erhaltene Rohkupfer ist unrein und enthält kleine Mengen zahlreicher fremder Metalle; ist es auf trockenem Wege gewonnen, so enthält es außerdem Schwefelkupfer. Man unterwirft es der Raffination entweder auf trockenem Wege oder durch Elektrolyse.

Die Raffination auf trockenem Wege geschieht so, daß man das Metall auf der Sohle eines Flammenofens schmilzt. Ist die Verflüssigung eingetreten, so läßt man reichlich Luft zutreten. Schwefel, Arsen, Antimon gehen in flüchtige Oxyde über; Eisen, Blei und Zink wandeln sich in beständige Oxyde um, die sich mit den Silikaten, mit denen die Sohle bedeckt ist, vereinigen und flüssige Schlacken bilden, die auf der Oberfläche des Metallbades schwimmen und entfernt werden. Teilweise oxydiert sich das Kupfer und liefert Kupferoxydul, das sich im geschmolzenen Metall auflöst und als Oxydationsmittel auf das noch in der Schmelze enthaltene Schwefelkupfer wirkt; es entwickelt sich reichlich Schwefligsäureanhydrid; teilweise löst sich das Gas im Metall auf und entweicht dann bei dem Erkalten unter Bildung von Blasen. Um diese arge Unannehmlichkeit zu vermeiden und den Überschuß des gelösten Kupferoxyduls zu reduzieren, rührt man das geschmolzene Metall mit Stangen aus grünem Holz; die Zersetzung des Holzes liefert Wasser, Kohlenwasserstoffe und Kohlenoxyd, die das gelöste Schwefligsäureanhydrid verjagen. Dann bedeckt man das geschmolzene Metall mit Holzkohlenpulver und fährt fort, mit Holzstangen zu rühren. Die reduzierende Einwirkung der Kohlenwasserstoffe und des Kohlenstaubes führt die Umwandlung des Kupferoxyduls in metallisches Kupfer herbei.

Elektrolytische Raffination. Platten des Metalls von 1 cm Dicke werden in Reihen in einer elektrolytischen Zelle aufgehängt, die eine saure Kupfersulfatlösung enthält. Diese Platten sind mit dem positiven Pol eines Gleichstromdynamos verbunden. Eine Reihe dünner reiner Kupferbleche (0,5 mm) wechselt mit den Rohkupferplatten ab und bildet die Kathode (Fig. 72). Die Endspannung beträgt 0,1—0,2 Volts. 40 Bäder und mehr schaltet man in einer Reihe.

Man braucht eine elektromotorische Kraft, die nicht genügt, die Sulfate der Metalle zu zersetzen, die stärker metallisch sind als Kupfer. Kupfersulfat zerfällt, Kupfer wandert zur Kathode, SO_4'' zur Anode, die es angreift, indem es die Metalle in Sulfate, Arsen in Arsensäure verwandelt. Die Sulfate der Edelmetalle (Ag, Au) werden durch das Kupfer der Anode zersetzt; sie fallen als Schlamm aus, der sich am Boden des Bades absetzt.

Die Metalle, die elektropositiver als Kupfer sind, gehen in Lösung, ebenso das Kupfersulfat, aber nur dieses wird elektrolysiert. Arsensäure geht in Eisenarseniat über. Zinn und Wismuth verwandeln sich in basische Sulfate, Blei in unlösliches Sulfat. Die Operation kommt also darauf hinaus, das Kupfer von der Anode zur Kathode zu schaffen, während die stärkeren metallischen Körper mit Ausnahme des Bleies in Lösung gehen; die schwächeren metallischen Elemente werden als Metalle ausgefällt. Das elektrolytische Kupfer ist außerordentlich rein, man braucht es zur Herstellung elektrischer Kabel. Das Gold und Silber entzieht man den Schlämmen der Zellen.

Die Weltproduktion des Kupfers erreichte (1909) 900 000 Tonnen, wovon die Vereinigten Staaten die Hälfte liefern.

510. Das Kupfer ist ein rotes Metall von der Dichte 8,94, sehr hämmerbar, sehr dehnbar und sehr gut in der Kälte wie in der Hitze zu bearbeiten. Bei 1084° schmilzt es. Das geschmolzene Kupfer löst gewisse Gase leicht auf, so das Kohlenoxyd, das Schwefligsäureanhydrid und den Wasserstoff, die bei dem Erkalten entweichen, und die Bildung von Blasen verursachen; infolgedessen läßt sich das Kupfer nur schwierig gießen. Daher zieht man ihm bei der Herstellung von Gußstücken seine Legierungen vor. Die wichtigsten Legierungen des Kupfers sind:

Das Messing oder der Gelbguß, eine Legierung von Kupfer und Zink, die gewöhnlich 30% Zink enthält. Je reichlicher an Zink, desto gelber ist es. Das Messing ist härter und leichter als das Kupfer.

Die Bronze, eine Legierung von Kupfer und Zinn, die 5—20% Zinn und bisweilen auch Zink enthält. Die Bronze läßt sich sehr leicht gießen, sie ist hart, zäh und elastisch, ihre Farbe wechselt mit der Zusammensetzung.

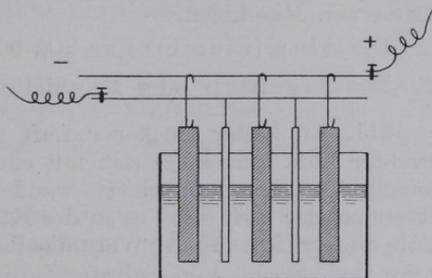


Fig. 72.

Die Phosphorbronze enthält Kupfer, Zinn und Phosphor (bis zu 10%) und zeichnet sich durch ihre Härte, Zähigkeit und Elastizität aus. Sie dient vor allen Dingen zur Herstellung von Zapfen und Achsenlagern von Maschinen.

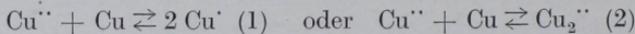
Die Aluminiumbronze (Cu 90%, Al 10%, vgl. Aluminium).

Das Argentan oder Neusilber (Cu 50%, Zn 25%, Ni 25%).

511. An kalter trockener Luft ist das Kupfer unangreifbar. In feuchter Luft bedeckt es sich mit einer grünen Schicht basischen Karbonats. An der Luft erhitzt wandelt es sich in Oxyd um. Bei Abwesenheit der Luft wird es in der Kälte nicht von Schwefel- und Salzsäure angegriffen. In der Wärme reduziert es die konzentrierte Schwefelsäure (vgl. SO₂). Von Salpetersäure wird es leicht aufgelöst.

Das Kupfer bildet zwei Reihen von Verbindungen, in den Kuproverbindungen des Typus CuR ist es einwertig, in den Kupriverbindungen des Typus CuR₂ ist es zweiwertig.

512. Kuproverbindungen. Das Kupferatom vereinigt sich mit einem positiven Elektron und bildet ein Ion Cu'. Man hat die Frage lange erörtert, ob die Kuproverbindungen sich nicht von einer zweiwertigen Gruppe Cu₂'' ableiteten. Gegenwärtig ist es nachgewiesen, daß das Kuproion einwertig ist. Diese Tatsache ist durch das Studium des Gleichgewichts zwischen dem Kupfermetall, dem Kupro- und dem Kupriion nachgewiesen worden. Bringt man eine Kuprisalzlösung mit metallischem Kupfer zusammen, so wird das Kupriion zu Kuproion reduziert in einer reversiblen Reaktion, die sich, je nachdem, ob das Kuproion ein- oder zweiwertig ist, so formulieren läßt



Wenn a die Konzentration der Kupriionen im Augenblick des Gleichgewichtes, b die Konzentration der Kuproionen, berechnet in einwertigen Cu'-Ionen bedeutet, so ist

$$\frac{b}{2}$$

dann die Konzentration, berechnet für zweiwertige Kuproionen. Die Gleichung (1) muß der Bedingung Genüge leisten

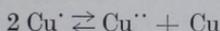
$$a = kb^2 \quad \dots \dots \dots (3)$$

Gleichung (2) der Bedingung

$$a = \frac{kb}{2} \quad \dots \dots \dots (4)$$

(Die Konzentration des Kupfermetalls, eines festen Körpers, ist konstant). Im ersten Fall ist b proportional der Quadratwurzel von a, im zweiten der ersten Potenz von a. Verändert man die Versuchsbedingungen, indem man mit Kuprisalzlösungen verschiedener Konzentration arbeitet, so findet man nur dann einen konstanten Wert für k, wenn man Formel (3) annimmt. Also gibt Gleichung (1) genau die Reaktion wieder, das Kuproion ist einwertig.

Das Kuproion ist weniger metallisch als das Kupriion. Es entladet sich bei einer elektromotorischen Kraft, die um 0,125 Volts geringer ist als die, deren das Kupriion bedarf, um in metallisches Kupfer verwandelt zu werden. Daher geht auch die Reaktion



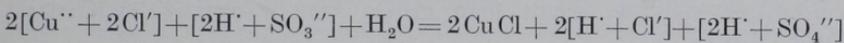
d. h. die Umwandlung eines Kuprosalzes in Kupfer und ein Kuprisalz sehr leicht vor sich, namentlich unter dem Einfluß des Lichtes.

Alle Kuprosalze sind im Wasser unlöslich, gut kennt man nur die Salze der Wasserstoffsäuren.

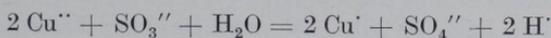
Kupferoxydul Cu_2O findet man natürlich vorkommend. Außerdem erhält man es durch Einwirkung von Kupfer auf Kupferoxyd, durch Erwärmen des Kupferhydroxyduls oder durch die Dissoziation des Kupferoxyds bei Rotglut. Es ist ein roter kristallinischer Körper.

Kupferhydroxydul $\text{Cu}(\text{OH})$. Das Kupferhydroxyd $\text{Cu}(\text{HO})_2$ ist in den Lösungen der Alkalitartrate löslich. Die Lösung ist als Fehlingsche Lösung bekannt. Behandelt man sie mit einem reduzierenden Körper (Glykose), so geht das Kupferhydroxyd in Kupferhydroxydul über. Dieses ist ein gelber Niederschlag, der schon unterhalb von 100° in Cu_2O und H_2O zerfällt.

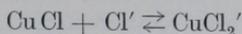
Kupferchlorür CuCl . Man erhält es durch Reduktion von Kupferchlorid mit Kupfer oder schwefliger Säure, d. h. man reduziert das Kupriion in Gegenwart von Chlorionen.



oder



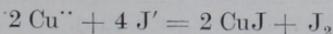
Kupferchlorür ist ein weißer, kristallinischer, in Wasser unlöslicher Körper, er löst sich jedoch in Salzsäure. Diese Löslichkeit wird durch die Bildung eines komplexen, negativen Ions CuCl_2' verursacht.



Diese Bildung ist um so vollständiger, je konzentrierter die Lösung des Chlorions ist. Daher fällt bei dem Verdünnen der salzsauren Lösung Kupferchlorür aus. Kupferchlorür ist ebenfalls in Ammoniak löslich, wobei ein Kuproammoniumsalz entsteht. Diese Lösung dient zur Absorption des Kohlenoxyds.

Wasser und Licht zersetzen Kupferchlorür langsam zu Kupfer und Kupferchlorid.

Kupferjodür CuJ ist die einzige bekannte Verbindung des Jods mit dem Kupfer. Bringt man J' -Ionen mit Kupriionen zusammen, so oxydieren diese die Jodionen und verwandeln sie in freies Jod. Es entstehen Kuproionen, die sich mit den übrig gebliebenen Jodionen zur Bildung von unlöslichem Kupferjodür vereinen.



Man entfernt das Jod durch schweflige Säure. Kupferjodür ist ein weißlicher Niederschlag, gegen Licht weniger empfindlich als das Chlorür.

513. Kuprerverbindungen. Das Kupriion ist blau, die Lösungen der vollständig ionisierten Kuprisalze haben alle dieselbe Färbung. Jedoch können die nicht ionisierten Salze verschiedene Färbungen aufweisen. Die meisten der Kuprerverbindungen sind im festen Zustande blau oder grün.

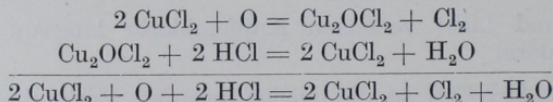
Kupferoxyd CuO erhält man durch Erhitzen des Kupfers an der Luft oder durch Glühen des Nitrates. Es ist ein schwarzer, kristallinischer Körper, der bei hoher Temperatur oxydierende Eigenschaften besitzt, die bei der Analyse organischer Körper verwendet werden. Bei Rotglut zerfällt er in Kupferoxydul und Sauerstoff.

Kupferhydroxyd Cu(OH)_2 entsteht in Form eines gelatinösen, blauen Niederschlages, wenn man eine Lösung eines Kuprisalzes in eine solche von Natriumhydrat gießt. Bei gewöhnlicher Temperatur zersetzt es sich langsam, schnell oberhalb von 60° in Kupferoxyd und Wasser (vgl. 99). In Ammoniak ist es löslich, die Lösung ist sehr stark blau gefärbt (vgl. unten). Kupferhydroxyd ist eine schwache Base, daher sind auch alle Kuprisalze in Lösung hydrolysiert und besitzen saure Reaktion.

Kupferchlorid CuCl_2 . Im wasserfreien Zustand gewinnt man es durch Einwirken von Chlor auf das Kupfer. Dieses Salz ist gelbbraun und stark hygroskopisch. Löst man Kupferoxyd in Salzsäure auf und verdunstet man, so erhält man grüne, sehr wasserlösliche Kristalle $\text{CuCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.

Die verdünnte Lösung des Kupferchlorids ist blau. Enthält sie jedoch nicht ionisiertes Salz, so gibt die nebeneinander bestehende braune Farbe des wasserfreien Chlorids CuCl_2 und die blaue Farbe des Cu^{++} -Ions eine grüne Färbung. Setzt man einen großen Überschuß von Cl^- -Ionen zu, z. B. in Form konzentrierter HCl , so verringert man sehr stark die Ionisation von CuCl_2 , die Lösung wird gelbbraun.

Erhitzt man wasserfreies Kupferchlorid an der Luft, so zerfällt es in Chlor und ein basisches Chlorid Cl—Cu—O—Cu—Cl . Erhitzt man dieses basische Chlorid in einem Salzsäurestrom, so geht es wieder in Kupferchlorid über. Dank dieser beiden Reaktionen kann das Kupferchlorid als Katalysator bei der Herstellung des Chlors im Deacon-Prozeß dienen (vgl. 121).



Man kennt noch andere Oxychloride des Kupfers, eines davon $\text{CuCl}_2 \cdot 3 \text{CuO} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ bildet ein Kupfermineral, den Atacamit, den man in Chile in großen Mengen findet. Man erhält ihn künstlich durch Behandeln des Kupfers mit Salzsäure in Gegenwart von Luft. Er wird als Farbe verwendet (Braunschweiger Grün).

Kupfersulfid CuS . Schwarzer Niederschlag, der durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf ein Kuprisalz entsteht. Er zersetzt sich leicht in Kupfersulfür und Schwefel.

Kupfersulfat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ist das wichtigste Kupfersalz. In der Industrie wird es durch vorsichtiges Rösten des Sulfids gewonnen. Man kann es auch durch Einwirkung von heißer, konzentrierter Schwefelsäure auf Kupfer herstellen (vgl. SO_2). Es bildet schöne, blaue, trikline Kristalle, die an trockner Luft verwittern und im Dreifachen ihres Wassergewichtes löslich sind. Auf 100° erhitzt verliert es 4 Moleküle Wasser, das fünfte wird erst bei 150° abgegeben. Das wasserfreie Salz ist weiß und nimmt leicht Wasser auf unter Rückbildung des blauen $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Man macht von dieser Eigenschaft Gebrauch, um die Anwesenheit von Wasser in einer Flüssigkeit zu erkennen (Alkohol).

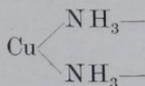
Das Kupfersulfat wird in der Galvanoplastik und in der Färberei verwendet. Es ist ein parasitentötendes Mittel, das als solches die Grundlage der Bordelaiser Brühe bildet, die zur Bekämpfung der Kartoffelkrankheit und ähnlicher Schäden dient.

Kupfernitrat $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kristallisiert in großen, blauen Tafeln, die bei 26° in ihrem Kristallwasser schmelzen. Zu gleicher Zeit scheidet sich ein Hydrat ab $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (vgl. mit $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Das letztere schmilzt bei 115° , stärker erhitzt verliert es Salpetersäure und geht in ein basisches Salz über.

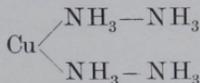
Kupferkarbonat CuCO_3 ist nicht bekannt. Es gibt jedoch mehrere basische Karbonate, vor allem $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, der Malachit, 2CuCO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_3$ die Kupferlasur. Der Malachit ist ein grünes Kupfermineral, das man vielfach in Sibirien findet. Man benutzt es, um Kunstgegenstände herzustellen, Vasen usw. Der Kupferlasur ist blau und ein ziemlich seltenes Mineral.

Ammoniumverbindungen des Kupfers.

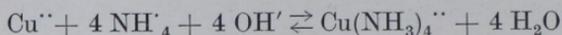
Behandelt man die Kuprisalze mit Ammoniak, so geben sie einen blauen Niederschlag, der sich in einem Überschuß des Reagens auflöst unter Bildung von löslichen Kupriammoniumsalsen, die sich durch ihre prachtvoll tiefblaue Färbung auszeichnen. Das substituierte Metallradikal Ammonium, das ein Metallion zu bilden vermag, ist nicht so einfach zusammengesetzt wie die bei dem Ammoniak untersuchten. Es entsteht durch eine Substitution des Wasserstoffs des Ammoniums durch das Kupfer und durch das Kuprammonium



in Ammonium selbst und hat die Formel



oder $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4$. Seine Entstehung gibt die Gleichung wieder:



Das wichtigste Kuprammoniums Salz ist das Sulfat $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, das in großen, indigoblauen Nadeln kristallisiert.

Wie alle Reaktionen, die komplexe Ionen umfassen, ist die Bildung des Kuprammoniumions unvollständig, die Lösung enthält noch genug Cu-Ionen, um durch das S' -Ion gefällt zu werden.

Eigenschaften der Kuprisalze (des Ions Cu^{++}).

Die löslichen Hydroxyde liefern einen blauen Niederschlag von $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

NH_4OH gibt einen blauen Niederschlag, der sich in einem Überschuß des Reagens auflöst. H_2S fällt die Kuprisalze als schwarzes Sulfid. Ferrocyankalium gibt mit den Kuprisalzen einen braunroten Niederschlag, diese Reaktion ist außerordentlich empfindlich. Die Kuprisalze besitzen einen unangenehmen Geschmack und sind schwach giftig.

Man wiegt das Kupfer als Metall, indem man es auf galvanischem Wege auf einer Platinkathode abscheidet, oder als Kupferoxyd CuO , Kupferoxydul Cu_2O , oder Kupfersulfür Cu_2S . 100 Teile CuO entsprechen 79,83 Cu, 100 Teile Cu_2O 88,80 Teilen Cu, 100 Teile Cu_2S 79,83 Teilen Cu.