

Das Gewicht eines Massentheilchens Eisen beträgt nach Berzelius 678,43.

Die Anwendung der verschiedenen Arten des Eisens und Stahles sind so bekannt, daß es unnöthig ist, etwas darüber zu sagen.

Man sehe bei diesem Abschnitt: Klemen's Geschichte des Eisens. Aus dem Schwedischen übersetzt von C. J. B. Karsten. Zwei Bände. Liegnitz 1814, 1815. Derselben Anleitung zur Kenntniß der gröbren Eisen- und Stahlveredelung. Wien 1790. Drei Abhandlungen über die Preisfrage: Worin besteht der Unterschied zwischen Roheisen und geschmeidigem Eisen? von Lampadius, Hermann und Schindler. Leipzig 1799. A. Lampadius Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde u. s. w. (der vierte Band des zweiten Theiles). C. J. B. Karsten Handbuch der Eisenhüttenkunde Th. I. II. Halle 1816. I. H. Hassenfratz, la syderotechnie, ou l'art de traiter les mineraux de fer, pour en obtenir de la fonte du fer, ou de l'acier T. I—IV. Paris 1812.

Zwanzigster Abschnitt.

Von dem Kupfer.

Nächst dem Golde und Silber gehört das Kupfer unter die am längsten bekannten Metalle. In früheren Zeiten, in denen man mit der Bearbeitung des Eisens unbekannt war, bediente man sich des Kupfers vorzugeweise, um aus

demselben Geräthschaften für den häuslichen Gebrauch und Waffen zu verfertigen. Während des trojanischen Krieges waren die Waffen und Rüstungen der Krieger, wie wir aus dem Homer sehen, aus Erz — einer Mischung aus Kupfer und Zinn, verfertigt. Das Wort Kupfer scheint von der Insel Cypern abgeleitet werden zu müssen, wo es vielleicht zuerst entdeckt oder wenigstens von den Griechen vorzüglich bearbeitet wurde.

Das Kupfer kommt in sehr mannigfaltigen Verbindungen in der Natur vor. Man findet es I. als Gediegen Kupfer. II. Mit Sauerstoff verbunden; 2) im Rothkupfererz. Von diesem unterscheidet man nachstehende Arten: a) Blätteriges Rothkupfererz. Bestandtheile einer sibirischen Abänderung nach Klaproth: Kupfer 91; Sauerstoff 9. Cheneviz fand in einer Abänderung aus Cornwall: Kupfer 88,5; Sauerstoff 11,5. b) Dichtes Rothkupfererz. c) Haarförmiges Rothkupfererz, Kupferblüthe. 3) im Ziegelerz. Von diesem kennt man zwei Arten: a) erdiges Ziegelerz; b) verhärtetes Ziegelerz. 4) in der Kupferschwarze. 5) im Kupfersmaragd. Bestandtheile nach Lomiz: Kupferoxyd 55; Kiesel-erde 33; Wasser oder vielmehr flüchtige Theile 12. Nach Wauquelin: Kupferoxyd 25,57; Kiesel-erde 28,57; kohlen-saure Kalkerde 42,85. III. Mit Schwefel verbunden 6) im Kupferglas. Dieses wird in zwei Arten getrennt: a) in dichtes. Bestandtheile einer Abänderung von Turya in Sibirien nach Klaproth: Kupfer 78,5; Schwefel 18,5; Eisen 2,25; Kiesel-erde 0,75. Einer anderen von Rothenburg an der Saale nach ebendemselben: Kupfer 76,5; Schwefel 22; Eisen 0,5. b) in blätteriges. Bestandtheile desselben nach Ullmann: Kupfer 79,5; Schwefel

19; Eisen 0,75; Kieselerde 1. 7) im Buntkupfererz. Bestandtheile einer Abänderung desselben von Hitterdahl in Norwegen nach Klaproth: Kupfer 69,5; Eisen 7,5; Schwefel 19; Sauerstoff 4; eine Abänderung von Rudelskade in Schlesien enthielt nach ebendenselben: Kupfer 58; Eisen 18; Schwefel 19; Sauerstoff 5. 8) im Kupferkies. Bestandtheile einer Abänderung desselben von St. Del nach Gueniveau: Kupfer 30,2; Eisen 32,3; Schwefel 37; von Baigorry nach ebendenselben: Kupfer 30,5; Eisen 34; Schwefel 35. Bestandtheile einer Abänderung vom Churprinz unweit Freiberg nach Breithaupt: Kupfer 32; Eisen 34; Schwefel 33; nach Lampradius: Kupfer 41; Eisen 17; Schwefel 45. 9) im Fahlerz. Bestandtheile dreier Abänderungen vom Kröner, der jungen hohen Birke und vom Propheten Jonas: Kupfer 48 — 41 — 42,5; Eisen 25,5 — 22,5 — 27,5; Schwefel 10 — 10 — 10; Arsenik 14 — 24,1 — 15,6; Silber 0,5 — 0,4 — 0,9. Die letzte Abänderung enthielt außerdem Antimonium 1,5. 10) im Schwarzerz. Bestandtheile zweier Abänderungen dieses Erzes von Kapnik und von Zilla bei Klauenthal nach Klaproth: Kupfer 37,75 — 37,5; Antimonium 22 — 29; Eisen 3,25 — 6,5; Silber und Mangan 0,25 — 3; Schwefel 28 — 21,5. Außerdem enthielt die erste Abänderung 5 Zink. 11) im Weißkupfererz. IV. Mit Kohlensäure verbunden 12) in der Kupferlasur. Von dieser unterscheidet man zwei Arten: a) erdige Kupferlasur b) feste Kupferlasur. Bestandtheile der letzteren nach Pelletier: Kupfer 66 bis 70; Kohlensäure 18 bis 20; Sauerstoff 8 bis 10; Wasser 2. Nach Klaproth: Kupfer 56; Kohlensäure 24; Sauerstoff 14; Wasser 6. 13) im Kupferhammererz. 14) im

Malachit. Man unterscheidet a) faserigen Malachit. Bestandtheile nach Fontana: Kupfer 75; Kohlensäure und Sauerstoff 19,4; Wasser 5,6. b) dichten Malachit. Bestandtheile nach Klaproth: Kupfer 58; Sauerstoff 12,5; Kohlensäure 18; Wasser 11,5. 15) im Kupfergrün. Bestandtheile einer Abänderung aus Sibirien nach Klaproth: Kupfer 40; Sauerstoff 10 (?); Kohlensäure 7; Kieselerde 26; Wasser 17. Bestandtheile nach John: Kupfer 42; Sauerstoff 7,63; Kohlensäure 3; Kieselerde 28,37; Gyps 2,5; Wasser 17,5. 16) Im eisenschüffigen Kupfergrün. Man unterscheidet zwei Arten desselben a) erdiges eisenschüffiges Kupfergrün. b) schlackiges eisenschüffiges Kupfergrün. V. Mit Arseniksäure verbunden. 17) Im Kupferglimmer. Bestandtheile nach Chenevix: Kupferoxyd 58; Arseniksäure 21; Wasser 21. Nach Wauquelin: Kupferoxyd 39; Arseniksäure 43; Wasser 17. 18) Im Linsenerz. Bestandtheile nach Chenevix: Kupferoxyd 49; Arseniksäure 14; Wasser 35. 19) Im Strahlerz. Bestandtheile nach Chenevix: Kupferoxyd 22,5; Eisenoxyd 27,5; Arseniksäure 33,5; Kieselerde 3; Wasser 12. 20) Im Olivenerz. Hievon unterscheidet man zwei Arten: a) blätteriges Olivenerz. Bestandtheile nach Chenevix: Kupferoxyd 60; Arseniksäure 39,7. b) faseriges Olivenerz. Bestandtheile der nadelförmigen Abänderung nach Klaproth: Kupferoxyd 50,62; Arseniksäure 45; Wasser 3,5. Bestandtheile einer zartfaserigen Abänderung nach Wauquelin: arseniksaures Kupferoxyd 86; arseniksaures Eisenoxyd 7; Wasser 5; Kieselerde 2.

VI. Mit Salzsäure verbunden findet man das Kupfer 21) im Salzkupfererz. Bestandtheile des gemeinen nach Proust: Kupferoxyd 76,595; Salzsäure 10,633; Wasser

oder vielmehr Verlust bei'm Glühen 12,767. Nach Klaproth: Kupferoxyd 70,5; Salzsäure 11,4; Glühungsverlust 18,1. Bestandtheile des sandigen nach Proust: Kupferoxyd 73; Salzsäure 10,1; Glühungsverlust 16,9. VII. Mit Phosphorsäure verbunden 22) im Phosphorkupfererz. Bestandtheile nach Klaproth: Kupferoxyd 68,13; Phosphorsäure 30,95. VIII. Mit Schwefelsäure verbunden 23) im natürlichen Kupfervitriol.

Um das Kupfer im Großen aus den Kupfererzen zu gewinnen, muß man nach Verschiedenheit der Erze ein verschiedenes Verfahren befolgen. Das gediegene Kupfer so wie diejenigen Erze, in welchen das Kupfer mit Sauerstoff und Kohlenäure verbunden ist, können bloß mit Kohle und den nöthigen Flüssigkeiten verschmolzen werden.

Ist das Kupfer mit Schwefel verbunden, so werden diese Erze geröstet, um den Schwefel zum Theil zu verflüchtigen; zugleich wird, da diese Erze häufig etwas Eisen enthalten, dieses dadurch zugleich zum Theil oxydirt. Das Erz wird hierauf geschmolzen. Das ausgeschmolzene Metall, welches Rohstein genannt wird, ist keinesweges reines Kupfer, sondern enthält die verschiedenen metallischen Bestandtheile, die sich in dem Erze befanden, nur ist ihm ein Antheil Schwefel und Eisen entzogen; dafür hat es eine größere Menge Sauerstoff angenommen. Auch das noch mit dem Erze vermengte taube Gestein wird als Schlacke abgetrieben.

Der Rohstein wird mehrere Male geröstet. Dadurch wird die Menge des Schwefels immer mehr vermindert. Das nachfolgende Schmelzen mit Kohle entzieht ihm einen beträchtlichen Antheil Sauerstoff. Das Kupfer befindet sich jetzt größtentheils im metallischen Zustande und wird Schwarz

Kupfer genannt. Außerdem bleibt ein Theil des Kupfers noch mit mehrerem Schwefel und Eisen verbunden zurück, welches man den Stein (Mittelstein, Armstein, je nachdem er öfter geröstet und durchgeschmolzen worden) nennt. Der Stein ist von dem Rohsteine wenig verschieden. War das Kupfer silberhaltig, so enthält der Mittelstein weniger Silber als der Rohstein; der Armstein enthält fast nichts davon.

Im Schwarzkupfer befinden sich noch etwas Schwefel und Eisen, und dasselbe muß garmacht werden. Zu dem Ende wird das in Stücke zerschlagene Schwarzkupfer in tiegelartigen Höhlungen auf einem mit Kohlengestiebe und Lehm ausgeschlagenen Heerde geschmolzen und einige Zeit im Fluß erhalten. Das Eisen verbindet sich mit dem Schwefel, und wird, nebst anderen Beimischungen, als Schlacke auf die Oberfläche des schmelzenden Kupfers ausgestoßen; durch einen über die Oberfläche des fließenden Metalles mit Hülfe des Gebläses geleiteten Luftstrom wird die Verschlackung befördert.

So wie das Kupfer gar ist, welches man daran erkennt, daß ein in das fließende Kupfer getauchter Eisenstab sich mit einer dünnen Kupferrinde (dem Garspan) überziehet, wird das Feuer vermindert, indem man die Thätigkeit des Gebläses hemmt; die Oberfläche des geschmolzenen Kupfers wird mit Wasser besprenget, und die erstarrte Oberfläche mit einer Zange herausgerissen, das unter derselben befindliche, noch flüssige Metall wird abermals mit Wasser bespritzt, und durch Wiederholung dieser Operation die ganze Masse des Garkupfers in Scheiben, welche man Rosetten nennt, verwandelt.

Das Rosettenkupfer wird auf den Kupferhämmern

noch einmal unter glühenden Kohlen vor dem Gebläse geschmolzen, und in erwärmte eiserne, mit Staubkalk ausgestrichene Sieckpuckel gegossen. Die erhaltenen Metallstücke werden nachher gehämmert und ausgeschmiedet.

Enthält das Rosettenkupfer Silber oder Gold in solcher Menge, daß die zu hoffende Ausbeute die Scheidungskosten deckt, so wird es gesaigert. Der Saigerungsprozeß besteht darin, daß man das silberhaltige Kupfer mit so viel Blei im Frischofen zusammenschmilzt, daß auf jedes Loth Silber im Centner Garkupfer 16 Pfund Blei kommen. Das geschmolzene Metallgemisch wird in Formen aus Lehm zu runden, dicken Kuchen (Saigerstücken) ausgegossen. Letztere werden senkrecht auf dem Saigerherde aufgestellt, und so stark erhitzt, daß das Blei in Verbindung mit den edlen Metallen ausfließt. Die rückständigen Kupferstücke (Kienstöcke, Frischstöcke) werden in dem Darrofen durch stärkere Erhitzung von dem bei der ersten Saigerung noch zurückgebliebenen Werkblei befreit, und die von dem Blei erschöpften Kupferstücke (Darrlinge) zu Garkupfer eingeschmolzen.

Man kann aus den schwefelhaltigen Kupfererzen das Kupfer auch auf nassem Wege gewinnen. Zu dem Ende verwandelt man das schwefelhaltige Kupfer durch Rösten in schwefelsaures, löst dieses in Wasser auf, und fällt aus der Auflösung durch hineingelegtes altes Eisen das Kupfer metallisch als Cementkupfer. In einigen Gegenden findet man in der Natur diese Verbindung des Kupfers mit Schwefelsäure (natürlichen Kupfervitriol) in Wasser aufgelöst, und benützt dann diese Auflösung auf die angegebene Art, um Cementkupfer darzustellen.

Die vorzüglichsten Kupferarten sind diejenigen, welche

aus reinen, kein Blei enthaltenden Kupfererzen gewonnen wurden; auch dürfen sie nicht gefäigert werden, indem in diesem Falle, selbst bei der sorgfältigsten Behandlung, immer ein Rückhalt an Blei bleibt. Unter den Kupferarten werden das japanische, so wie das ungrische, englische, Tyroler wegen ihrer Reinheit besonders geschätzt.

Um das Kupfer frei von fremdartigen Beimischungen oder in einem chemisch reinen Zustande darzustellen, kann man dasselbe in Salpetersäure auflösen und das Kupfer durch eine polirte Eisenplatte metallisch niederschlagen. Auch das schwarze Kupferoxyd, welches durch Zersetzung des kupferhaltigen Ammoniums erhalten wurde, giebt mit dem gleichen Gewichte gestoßenem Glase und Pech geschmolzen ein reines Kupferkorn.

1. Das Kupfer hat eine eigenthümliche rothe Farbe, welche man die Kupferrothe zu nennen pflegt. Je reiner und freier von fremden Beimischungen dasselbe ist, um so höher, gleichartiger und reiner ist dieselbe.

2. Es hat einen besonders unangenehmen, ekelerregenden Geschmack. Wird es gerieben, so verbreitet es einen widrigen Geruch, der auch einige Zeit an den Händen, mit denen man das Kupfer gerieben hat, haftet.

3. Es hat einen ziemlich starken Glanz. Seine Härte ist nicht sehr groß, doch ist es härter als Silber. Sein specifisches Gewicht ist nach den verschiedenen Zuständen, in denen es sich befindet, verschieden. Lewis fand das specifische Gewicht des reinsten Kupfers, das er sich verschaffen konnte, gleich 8,830; Herr Hatchett bestimmte das Gewicht des feinsten schwedischen Kupfers gleich 8,895. Bergmann (Opusc. II. 263.) giebt das specifische Gewicht des schwedischen Kupfers gleich 9,3243; Cronstedt das des japanischen gleich 9,000 an.

4. Das Gefüge des Kupfers ist körnig oder hakig. Bei ganz reinem Kupfer läßt sich jedoch kein bestimmtes Korn auf dem Bruche wahrnehmen, indem sich die Körner wegen ihres innigen Zusammenhanges zu einer zusammenhängenden Masse zu verbinden scheinen.

5. Es besitzt einen sehr hohen Grad der Geschmeidigkeit und Zähigkeit, und wenn es in dieser Hinsicht das Eisen nicht übertrifft, so steht es ihm doch auch nicht nach. Es läßt sich zu ungemein dünnen Blättern durch Hämmern ausdehnen, und zu sehr feinem Drahte ziehen. Seine Festigkeit ist so bedeutend, daß ein Kupferdraht von 0,078 Zoll im Durchmesser ohne zu zerreißen ein Gewicht von 302,26 Pfund zu tragen vermag.

6. Wird es bis zu einer Temperatur von 27 Grad Wedgwood oder nach der Berechnung von Mortimer bis 1450° Fahrenheit erhitzt, so schmilzt es; und wird die Hitze über diesen Grad verstärkt, so wird es in sichtbaren Dämpfen verflüchtigt. Wenn es im Fluß steht, so erscheint seine Oberfläche von bläulich grüner Farbe, fast wie die des schmelzenden Goldes.

7. Läßt man das geschmolzene Kupfer langsam erkalten, so nimmt es eine krystallinische Gestalt an. Der Abt Mongez erhielt es in vierseitigen Pyramiden krystallisiert, die oft in einander gefügt waren.

Herr Samuel Lucas (Annales de Chimie et de Physique XII. p. 404.) hat die Bemerkung gemacht, daß schmelzendes Kupfer, das etwa zwei Stunden lang einem Ströme atmosphärischer Luft ausgesetzt war, sich mit Sauerstoff verbindet. Wurde dieses Kupfer in Wasser geworfen, so erfolgten heftige Detonationen, die sich bei einer anderen Probe, die unter einer Decke von Kohlen geschützt gegen den

Zugang der atmosphärischen Luft geschmolzen worden, Feisnerweges ereigneten.

Herr Chemillot, welcher diesen Versuch wiederholte (a. a. O. B. XIII. S. 301.), bemerkte zwar keine Entwicklung von Sauerstoffgas, allein die Detonation, welche erfolgte, wenn das geschmolzene Metall in Wasser geworfen wurde, war, als er den Versuch mit 30 Grammen Kupfer anstellte, so heftig, daß das Gefäß davon zerbrach.

7. Wird Kupfer der Luft ausgesetzt, so läuft seine Oberfläche nach und nach an; sie wird braun, und überzieht sich zuletzt mit einer dunkelgrünen Rinde. Diese besteht aus Kupferoxyd, das mit Kohlensäure verbunden ist.

Bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre erfolgt diese Oxydation des Kupfers nur langsam; wird aber eine Kupferplatte bis zum Rothglühen erhitzt, so belegt sie sich in wenigen Minuten mit einer Rinde von Oxyd, die sich von selbst beim Erkalten derselben in kleinen Schuppen von gelblich brauner oder bräunlich rother Farbe, die unter dem Namen von Kupferasche oder Kupferhammerschlag bekannt sind, ablösen. Die Kupferplatte zieht sich beim Erkalten bedeutend zusammen, allein die aus Oxyd bestehende Rinde zieht sich nur wenig zusammen; die oxydirte Rinde zerbricht demnach in Stücke und löst sich ab, wenn die unter ihr liegende Platte sich zusammenzieht. Man kann sich dieses Oxyd in jeder beliebigen Menge verschaffen, wenn man eine Kupferplatte abwechselnd erhitzt, und in kaltes Wasser taucht, in welchem Falle die Schuppen abfallen und sich auf dem Boden des Wassers sammeln.

Wird Kupfer nicht bis zum Glühen erhitzt, so läuft seine Oberfläche mit mannigfaltigen bunten Farben an.

Werden die Schuppen, die sich von dem Kupfer unter

den angegebenen Umständen ablösen, und deren Farbe von einem geringen Antheil metallischen Kupfers auf ihrer unteren Fläche in's Violette fällt, einige Zeit unter einer Muffel geglühet, so nehmen sie eine dunklere Farbe an, und werden endlich in ein schwarzes Pulver verwandelt, das Kupfer mit dem Maximum von Sauerstoff ist.

In einem sehr heftigen Feuer, oder wenn das Kupfer einem entzündeten Strom aus Sauerstoff und Wasserstoffgas ausgesetzt wird, entzündet sich das Metall, brennt mit lebhaftem Glanze und Verbreitung eines so intensiven grünen Lichtes, daß das Auge es kaum zu ertragen vermag. Das Produkt des Verbrennens ist ein Kupferoxyd.

Bis jetzt kennt man zwei Kupferoxyde, und es scheint auch nicht, daß sich das Kupfer in mehreren Verhältnissen mit dem Sauerstoffe verbinden könne. Das erste Kupferoxyd oder das mit dem Minimum von Sauerstoff verbundene Kupfer wird in der Natur von schön rother Farbe angetroffen; wird es aber künstlich bereitet, so ist es schön orangengelb. Das höchst oxydirte Kupfer ist schwarz, obgleich es im Zustande chemischer Verbindung mehrere Schattirungen von Blau, Grün und Braun annehmen kann.

a) Das erste Kupferoxyd wurde von Proust entdeckt, allein Chenevix, der es von der Natur gebildet unter den Kupfererzen von Cornwallis antraf, hat sich vorzüglich um die Kenntniß seiner Eigenschaften verdient gemacht. Künstlich läßt sich dasselbe durch folgendes Verfahren darstellen. Man macht ein Gemenge aus 57,5 Theilen schwarzem Kupferoxyd und 50 Theilen metallischem Kupfer, das man im Zustande eines feinen Pulvers sich dadurch verschaffte, daß man es aus seiner Auflösung in Salzsäure durch ein

ein Eisenblech niederschlug. Dieses Gemenge wird in einem Mörser zerkleinert, in einer Flasche mit Salzsäure übergossen, und die Flasche wohl verstopft. Es entwickelt sich Wärme, und es wird beinahe alles Kupfer aufgelöst. Schüttet man Kali in diese Auflösung, so fällt das Kupferoxyd mit orangefelber Farbe nieder. Das leichteste Verfahren, dieses Oxyd darzustellen, ist jedoch dieses, daß man irgend eine Menge Kupfer unter Mitwirkung der Wärme in Salzsäure auflöst. Die grüne Auflösung, welche erhalten wird, schüttet man zugleich mit einigen Stücken zusammengerolltem Kupfer in eine Flasche, und verstopft diese sorgfältig. Die grüne Farbe verschwindet nach und nach, die Flüssigkeit wird dunkelbraun und undurchsichtig; zugleich setzen sich Krystalle von schmutzig weißer Farbe in Gestalt von Sandkörnern nach und nach ab. Schüttet man die Flüssigkeit oder die Krystalle in eine Auflösung von Kali, so fällt das orangefelbe Oxyd in reichlicher Menge zu Boden.

Chenevix giebt das Verhältniß der Bestandtheile in diesem Oxyd folgendermaßen an: 100 Metall und 13 Sauerstoff. Wenig abweichend hiervon ist die Bestimmung von Berzelius. Nach diesem ist das Verhältniß der Bestandtheile in diesem Oxyd:

Kupfer	88,78	100,0
Sauerstoff	11,22	12,5
	100,00	

b) Das höchstoxydirte Kupfer erhält man durch das Seite 448 angeführte Glühen des Kupferhammerschlages; oder wenn man Kupfer in Schwefelsäure oder Salpetersäure auflöst, die Auflösung durch Kali fällt, und dann den Niederschlag hinreichend erhitzt, um das Wasser, welches er enthalten könnte, fortzutreiben.

Dieses Oxyd ist ein geschmackloses, schwarzes Pulver, ohne allen Glanz. Es löst sich ohne Aufbrausen in Säuren auf, und bildet nach Beschaffenheit der Säuren grün oder blau gefärbte Auflösungen.

Nach Proust ist das Verhältniß der Bestandtheile in diesem Oxyd:

Kupfer	80	100
Sauerstoff	20	25

Die Angabe von Berzelius stimmt mit dieser überein.

8. Noch ist es problematisch, ob sich das Kupfer mit dem Kohlenstoffe verbindet. Priestley machte die Bemerkung, daß wenn man in Dunst verwandelten Alkohol über in einer Röhre glühendes Kupfer gehen läßt, eine schwarze zerreibliche Substanz gebildet werde, die er Kupferkohle (charcoal of copper) nannte.

Ban Marum hat diesen Gegenstand ebenfalls untersucht. Er erhitzte Kupferdraht in einer irdenen Röhre bis zum Rothglühen, und ließ dunstförmigen Alkohol darüber streichen. Es wurde Kohlenwasserstoffgas entwickelt, und der Kupferdraht überzog sich mit einer schwarzen Substanz.

In einem zweiten Versuche, in dem er eine größere Menge in Dunst verwandelten Alkohol durch die rothglühende Röhre hindurchgehen ließ, war aller Kupferdraht in eine ähnliche Substanz verwandelt, und die 748 Gran Kupfer wogen jetzt 1049 Gran. Der so veränderte Kupferdraht war brennbar; er brannte mit Vehaftigkeit in Sauerstoffgas, und es wurde Kohlenensäure erzeugt. Der Rückstand bestand zum Theil aus Kupferoxyd, zum Theil aus Kohle. (Annales de Chimie T. XXX. p. 322.)

9. Stratifiziert man gleiche Theile Schwefel und

Kupfer abwechselnd in einem Schmelztiegel, so kommen sie bei der Rothglühhitze in Fluß, und verbinden sich mit einander. Das Schwefelkupfer, welches durch dieses Verfahren erhalten wird, ist eine spröde Masse von schwarzer oder sehr dunkel blaugrauer Farbe, die weit schmelzbarer als Kupfer ist. Dieselbe Zusammensetzung wird erhalten, wenn man aus Schwefel und Kupferfelle einen Teig macht oder wie Thomson fand, beide Stoffe auch ohne Wasser mit einander mengt, und eine hinreichende Zeit an der Luft stehen läßt.

Werden acht Theile dem Gewichte nach Kupferfelle mit drei Theilen Schwefelblumen in einem gläsernen Kolben auf Kohlen gestellt, so schmilzt die Mischung, hierauf erfolgt eine Art von Explosion, sie wird glühend, und wenn man sie vom Feuer nimmt, so fährt sie einige Zeit lang fort, wie eine glühende Kohle zu glühen. Wird sie jetzt untersucht, so findet man sie in Schwefelkupfer verwandelt. Dieser merkwürdige Versuch wurde zuerst von den vereinten holländischen Chemisten Dleemann, Troostwijk, Niewland, Vondt und Laurenburg im Jahre 1793 angestellt. Sie fanden, daß das Verbrennen am glänzendsten erfolgte, wenn die Mischung in dem oben angegebenen Verhältnisse gemacht wurde. Sie überzeugten sich ferner, daß dieser Erfolg auch dann stattfand, wenn sowohl Schwefel als Kupfer möglichst frei von Feuchtigkeit waren; und daß es keinen Einfluß auf dieses Ergebnis hatte, ob das gläserne Gefäß mit Sauerstoffgas, oder atmosphärischer Luft, oder Wasserstoffgas, oder Stickgas, oder Wasser, oder Quecksilber angefüllt war.

Das Verhältniß der Bestandtheile im Schwefelkupfer fanden mehrere Chemisten folgendermaßen:

	Kupfer.	Schwefel.	
Proust	78	+ 22	= 100
Vauquelin	78,59	+ 21,31	= 100
Berzelius	79,618	+ 20,382	= 100

Die Bestimmung des Verhältnisses der Bestandtheile im Schwefelkupfer, das durch unmittelbare Verbindung des Kupfers mit Schwefel bereitet worden, ist jedoch mit einigen Schwierigkeiten verknüpft. Es scheint nämlich, daß das Kupfer sich unter diesen Umständen eben sowohl mit einem Antheile Sauerstoff als Schwefel verbindet, daß demnach die Gewichtszunahme, welche es erfahren hat, nicht ganz auf Rechnung des Schwefels kommt.

10. Warggraf war der erste Chemist, der Phosphorkupfer darstellte. Sein Verfahren war dieses, daß er Phosphor und Kupferoxyd zusammen destillirte. Peltetier bewirkte dadurch die Verbindung des Phosphors mit Kupfer, daß er 16 Theile Kupfer, 16 Theile Phosphorglas und 1 Theil Kohle zusammenschmolz. Auch wenn man Phosphor auf rothglühendes Kupfer wirft, wird diese Zusammensetzung erhalten.

Das Phosphorkupfer hat eine weiße Farbe, ist härter als Eisen; hat keine Geschmeidigkeit, und kann doch nicht leicht gepulvert werden. Es krystallisirt in vierseitigen Prismen. Sein specifisches Gewicht ist gleich 7,1220. Es ist ungleich schmelzbarer als Kupfer. An der Luft verliert es seinen Glanz, wird schwarz und zerfällt in Pulver; das Kupfer ist oxydirt, und der Phosphor in Phosphorsäure verwandelt. Wird es stark genug erhitzt, so verbrennt der Phosphor, und das Kupfer bleibt als eine schwarze Schlacke zurück.

Sage hat gezeigt, daß diese Zusammensetzung nicht

allen ihren Phosphor fahren läßt, selbst wenn sie mehrere Mal geschmolzen wird, sondern ungefähr $\frac{1}{2}$ mit sich verbunden hält. In diesem Zustande könnte man es als Phosphorkupfer mit dem Minimum von Phosphor betrachten. Es ist schmelzbarer als Kupfer, hat die Härte, das Korn und die Farbe des Stahles, und nimmt eine eben so schöne Politur als dieser an.

Hundert Theile Phosphorkupfer bestehen nach Pelletier aus 20 Phosphor; 80 Kupfer.

II. Wirft man Kupferfeile in gasförmige Chlorine, so entzündet sie sich, es wird eine feuerbeständige, gelbe Substanz gebildet, während ein anderer Theil sich im Zustande eines gelblich braunen Pulvers sublimirt. Die erste dieser Zusammensetzungen ist Chlorinekupfer mit dem Minimum; die zweite, Chlorinekupfer mit dem Maximum von Chlorine.

a) Das Chlorinekupfer mit dem Minimum von Chlorine wird erhalten, wenn man zwei Theile ätzender Quecksilbersublimat und einen Theil Kupfer erhitzt. Boyle bereitetete es auf diesem Wege, und gab im Jahre 1666 unter dem Namen Kupferharz eine Nachricht davon (Shaw's Boyle. I. 252, 255.). Proust stellte das selbe dadurch dar, daß er salzsaures, mindestoxydirtes Zinn mit einer Auflösung von Kupfer in Salzsäure vermischte. Er erhielt ein weißes Salz, dem er den Namen salzsaures Kupfer gab. Chenevix fand in der Folge, daß diese Verbindung erhalten wird, wenn gleiche Gewichte schwarzes Kupferoxyd und gepulvertes metallisches Kupfer gemengt werden, und man auf das Gemenge in einem verschlossenen Gefäße Salzsäure wirken läßt. Auch bei der Destillation des grünen salzsauren Kupfers bemerkte Proust die Bil-

dung derselben. In der Retorte blieb eine graue Masse zurück, die Chlorinekupfer mit dem Minimum von Chlorine war. Es wird ebenfalls erzeugt, wenn man ein Kupferblech in ein mit grünem salzsaurem Kupfer angefülltes Gefäß taucht. Die grüne Farbe verschwindet nach und nach, und es werden kleine weiße Krystalle abgesetzt, welche diese Chlorineverbindung sind.

Das Chlorinekupfer mit dem Minimum von Chlorine hat eine bernsteingelbe Farbe und ist in gewissem Grade durchscheinend. Es schmilzt bei einer Hitze, die eben unter der Rothglühhitze ist. In verschlossenen Gefäßen wird es nicht zersezt; es sublimirt sich auch nicht bei einer starken Rothglühhitze; an der freien Luft hingegen entweicht es in weißen Dämpfen. In Wasser ist es unaufldslich. In Salpetersäure löst es sich ohne Aufbrausen auf. Wasser fällt es aus dieser Auflösung unverändert. Kali schlägt erstes Kupferoxyd nieder.

Der Analyse von John Davy zufolge ist das Verhältniß der Bestandtheile in dieser Zusammensetzung:

Kupfer	64	100,00
Chlorine	36	56,25
	<hr/>	100

b) Das Chlorinekupfer mit dem Maximum von Chlorine wird erhalten, wenn grünes salzsaures Kupfer in einer Temperatur, welche 400° nicht übersteigt, zur Trockne verdunstet wird. Es hat eine bräunlich gelbe Farbe und ist pulverigt. Aus der Luft zieht es Feuchtigkeit an, und wird zuerst weiß, nachmals grün. Die Hitze zersezt es, indem sie einen Antheil Chlorine fortreibt, und verwandelt es in Chlorinekupfer mit dem Minimum von Chlorine.

Das Verhältniß der Bestandtheile in dieser Verbindung ist nach John Davy:

Kupfer	47	100,00
Ehlorine	53	112,76
	<hr/>	
	100	

12. Mit Jodine läßt sich das Kupfer leicht verbinden, wenn man beide Substanzen zusammen erhitzt. Es ist zweifelhaft, ob es nicht zwei Verbindungen der Jodine mit dem Kupfer gebe; dargestellt ist bis jetzt nur eine. Sie wird erhalten, wenn man jodinewasserstoffsaures Kali in die Auflösung von Kupfer in einer Säure bringt.

Dieses Jodinekupfer hat eine dunkelbraune Farbe. Es ist in Wasser unauf löslich. Das Verhältniß der Bestandtheile in demselben ist noch nicht auf dem analytischen Wege ausgemittelt worden. Die Angabe von Thomson: daß dasselbe aus 38,862 Kupfer und 61,138 Jodine gebildet sey, beruhet auf theoretischen Gründen, indem er voraussetzt, daß dasselbe aus einem Massentheilchen Kupfer und einem Massentheilchen Jodine bestehe.

13. Von dem Wasser wird das Kupfer nicht verändert. Selbst bei der Rothglühhitze wird das Wasser nur dann von diesem Metalle zersezt, wenn die Luft zu gleicher Zeit freien Zutritt hat; in diesem Falle wird die Oberfläche des Metalles oxydirt. Es ist eine allgemein bekannte Erfahrung, daß wenn Wasser in einem kupfernen Gefäße aufbewahrt wird, sich an derjenigen Stelle, die mit der Oberfläche des Wassers, also mit der Luft in Verührung ist, eine grüne Rinde bildet, die man Grünspan nennt.

14. Das Ammonium löst das Kupferoxyd mit Leichtigkeit auf. Ist das Metall mit dem Maximum von Sauerstoff verbunden, so hat die Auflösung eine dunkelblaue Farbe;

bei einem niedrigeren Grade der Oxydation ist die Auflösung farbenlos.

Schüttet man Ammonium auf Kupferseile und setzt es der Luft aus, so nimmt es eine blaue Farbe an; wird aber die Flasche, in welcher diese Mischung enthalten ist, verstopft, und der Zutritt der Luft abgehalten, so verschwindet die Farbe desjenigen Theiles der Flüssigkeit, welcher sich unmittelbar über dem unaufgelösten Kupfer befindet, nach und nach, und das Ganze wird endlich farbenlos. Läßt man nun die Luft Zutreten, so nimmt die Oberfläche der Flüssigkeit nach wenigen Minuten eine blaue Farbe an, die nach und nach dunkeler wird, und sich durch die ganze Flüssigkeit erstreckt.

Das metallische Kupfer muß auf der ersten Stufe des Versuches einen Theil des Sauerstoffes von dem in der blauen Auflösung befindlichen Oxyd an sich genommen haben; dadurch wurde dieses auf einen niedrigeren Grad der Oxydation gebracht, und die Auflösung wurde entfärbt. So wie die atmosphärische Luft zugelassen wurde, verband sich das Oxyd mit einer größeren Menge Sauerstoff und die blaue Farbe wurde hergestellt.

Die Auflösung des Kupferoxyds in Ammonium giebt beim gelinden Verdunsten dunkelblaue Krystalle, in denen sich jedoch das Kupferoxyd im Zustande des Hydrates zu befinden scheint. Mit der Zeit verläßt an der Luft das Ammonium diese Krystalle, und als Rückstand bleibt kohlen-saures Kupferoxyd von grüner Farbe.

Die feuerbeständigen Alkalien äußern eine weit schwächere Wirkung auf das metallische Kupfer und auf die Oxyde dieses Metalles. Einige behaupten, daß wenn eine Auflösung derselben mit Kupferseile digerirt wird, erstere eine

blaue Farbe annehme; dieses ist jedoch keinesweges erwiesen. Bauquelin fand im Gegentheil, daß vollkommenes Kupferoxyd von Kali nicht in merklicher Menge aufgelöst werde. Auf diese Eigenschaft gründete er ein Verfahren, das Messing zu zerlegen, von dem in der Folge die Rede seyn wird.

15. Mit den Erden und Alkalien verschlackt sich das Kupfer auf trockenem Wege. Man kann sich seines Oxyds bedienen, um Glasflüssen eine blaue, in Verbindung mit Eisenoxyd und anderen Metalloxyden, um ihnen eine grüne Farbe zu ertheilen.

Herr Humphry Davy hat es wahrscheinlich gemacht, daß die blaue Lasurfarbe, die wir noch jetzt in den Ueberresten ägyptischer, griechischer und römischer Fresco-Malerei bewundern, ein mit Natrum bereitetes, durch Kupferoxyd gefärbtes Glas sey. Er giebt zur Bereitung desselben folgende Vorschrift: Ein Gemenge aus 15 Theilen kohlensaurem Natrum; 20 Theilen Quarz und 3 Theilen Kupferfeile wird zwei Stunden lang geschmolzen, und das erhaltene Glas fein gemahlen. (Man sehe: Berlinische Nachrichten von Staats- und gelehrten Sachen Nr. 60 (18ten Mai) 1820.

Das unter dem Namen Kupferblau (cendres bleues) bekannte Pigment, dessen man sich zum Blaufärben des Papiers bedient, ist nach Pelletier eine Verbindung von Kalkerde mit höchstoxydirtem Kupfer. Wahrscheinlich macht aber auch ein Antheil Wasser einen wesentlichen Bestandtheil desselben aus, so daß es den Hydraten beizuzählen ist. Nach Pelletier's Vorschrift wird dieses Pigment folgendermaßen bereitet.

Man mischt gepülverten Kalk mit einer sehr verdünnten

Auflösung des höchstoxydirten Kupfers in Salpetersäure, und zwar in einem solchen Verhältnisse, daß aller Kalk von der Salpetersäure gesättigt wird. Dieses wird stets der Fall seyn, wenn man ein Uebermaaß von dem salpetersauren Salze anwendet. Der Niederschlag wird mehrere Male wohl ausgewaschen. Man läßt ihn auf einem leinenen Tuche abtropfen, reibt ihn hierauf mit sieben bis zehn Procent (dem Gewichte nach) Kalk zusammen, und läßt das Gemenge trocknen.

Der Vorgang bei diesem Verfahren ist folgender. Indem man Kalk mit einem Ueberschuß von salpetersaurem Kupfer vermischt, so erhält man salpetersaure Kalkerde, welche auflöslich ist, und basisches, salpetersaures Kupfer von zarter grüner Farbe, welches unauflöslich ist. Durch das Wasser werden diese beiden Salze getrennt, und durch einen neuen Zusatz von Kalk ertheilt man dem basischen salpetersauren Kupfer eine blaue Farbe, indem sich alsdann etwas salpetersaurer Kalk und ein Kalkhydrat, so wie ein Kupferhydrat oder das eigentlich sogenannte Kupferblau bilden. Es wäre möglich, daß der geringe Antheil von salpetersaurem Kalk ein nicht unwesentlicher Bestandtheil wäre, indem derselbe als leicht zerfließlicher Körper vielleicht verhindert, daß das Wasser des Hydrates entweicht. (Annales de Chimie T. XIII.)

Dieses von Pelletier beschriebene Verfahren wird nicht von den Fabrikanten befolgt. Es scheint, daß sie dieses Pigment so bereiten, daß sie eine Auflösung von Pottasche (so wie sie im Handel vorkommt) mit einer Auflösung des höchstoxydirten schwefelsauren Kupfers vermischen, das niederfallende kohlen-saure Kupfer auswachen und es mit Kalk, dem sie etwas Salmiak zusetzen, zusammenreiben.

Der Zusatz dieses Salzes, das vom Kalk zersezt wird, trägt sehr dazu bei, den Glanz der Pigmentes zu erhöhen. Es wird dadurch eine ammoniumhaltige Verbindung von sehr dunkeler Farbe gebildet.

Dieses blaue Pigment hat den Nachtheil, daß das damit bestrichene Papier seine schöne Farbe nicht lange behält. Es zieht aus der Luft Kohlensäure an, und wird dadurch in kohlensaure Kalkerde und kohlensaures Kupfer verwandelt, und wird nach Verlauf von einigen Monaten grün. Diese Farbenveränderung erfolgt um so schneller, wenn es von den Sonnenstrahlen getroffen wird.

16. Das Kupfer verbindet sich mit den meisten Metallen. Mehrere dieser Metallgemische sind für die Künste von großer Wichtigkeit.

a) Mit dem Kalium und Natrium läßt sich, den Versuchen von Davy zufolge, das Kupfer verbinden. Die dadurch gebildeten Metallgemische zersezten das Wasser. Ihre übrigen Eigenschaften sind nicht untersucht worden.

b) Gleiche Theile Molybdän und Kupfer gaben nach Hielm ein Metallgemisch, das unter dem Hammer etwas nachgab, zuletzt aber in Stücken brach, ein körniges Gefüge und eine bläulichte mit Roth untermischte Farbe zeigte. Es ließ sich feilen; die angefeilte Fläche war blässer als Kupfer, und verlor an der Luft ihren Glanz nicht. Vier Theile Kupfer und anderthalb Theile Molybdän gaben ein Metallgemisch, das sich in seinen Eigenschaften nicht bedeutend vom Kupfer unterschied; wurde hingegen ein Theil Kupfer mit zwei Theilen Molybdän vermischt, so war das Metallgemisch spröde und von röthlich grauer Farbe. Salpetersäure löste das Kupfer auf, und ließ das weiße Molybdänoxyd zurück.

c) Mit Scheelium gab das Kupfer ein Metallkorn von kupferrother Farbe, die sich dem Schwarzbraunen näherte. Das Metallkorn war schwammig und ziemlich dehnbar. Hundert Gran Kupfer und 50 Gran gelbes Scheel oxyd gaben ein Metallkorn, das 133 Gran wog.

d) Das Mangan läßt sich leicht mit Kupfer verbinden. Das Metallgemisch ist nach Bergmann sehr dehnbar, seine Farbe ist roth, und wenn es lange aufbewahrt wird, so wird es grün. Smelin hat mehrere Versuche angestellt, um auszumitteln, ob sich dieses Metallgemisch nicht darstellen lasse, wenn man schwarzes Manganoxyd mit Kupfer zusammenschmilzt. Es gelang ihm zum Theil, und er schlug vor, sich dieses Metallgemisches statt des aus Kupfer und Arsenik, von dem man in den Künsten Anwendung macht, zu bedienen.

e) Kupfer und metallisches Arsenik lassen sich in einem bedeckten Schmelztiegel durch Zusammenschmelzen mit einander verbinden. Man kann auch ein Gemenge aus Kupfer, weißem Arsenikoxyd und Kohlenstaub unter einer Decke von Kochsalz und Kohlenstaub schmelzen, um die Verührung der atmosphärischen Luft, wodurch das Arsenik oxydirt werden würde, abzuhalten. Ist die Menge des Arsens gering, so ist das Metallgemisch dehnbar, läßt sich hämmern, und nimmt eine schöne Politur an. Es läuft jedoch an der Luft mit der Zeit an, und seine Oberfläche wird schwarz. Häufig setzt man diesem Metallgemisch etwas Zinn oder Bismuth zu.

Das Weißkupfer, weißes Zombak wird durch Zusammenschmelzen von vier Theilen Kupferseile, einem Theile weißem Arsenikoxyd und vier Theilen schwarzem Fluß bereitet, wobei die Oberfläche des schmelzenden Metalles mit Glaspulver bedeckt wird.

f) Kupfer und Selenium schmelzen mit Feuererscheinung zusammen, und die Verbindung fließt noch lange vor dem Glähen. Dieses Metallgemisch hat eine dunkelstahlgraue Farbe, einen dichten Bruch, und ähnelt dem Ansehn nach dem Schwefelkupfer. — Durch langsames Rösten wird es zerseht. Im Anfange entweicht eine große Menge Selenium, nachher verändert es sich aber sehr langsam, und nach anhaltendem Anblasen in der äußeren Flamme bleibt eine Kugel zurück, die unter dem Hammer bricht, und im Bruche dunkelgrau ist.

In der Natur ist diese Verbindung ebenfalls angetroffen worden. Man sehe Seite 290.

g) Mit dem Antimonium verbindet sich das Kupfer durch Schmelzen mit Leichtigkeit. Besteht das Metallgemisch aus gleichen Theilen von beiden Metallen, so hat es eine schön violette Farbe, und ein spezifisches Gewicht, das größer ist als das arithmetische Mittel.

Auf einigen Saigerhütten wird bei'm Garmachen sogenanntes glimmerartiges Kupfer erhalten. Der Kupferglimmer erscheint in seiner Verbindung auf dem Garkupfer in Gestalt kleiner krystallinischer Blätter, von einer zwischen Goldgelb und Kupferroth das Mittel haltenden Farbe, und einer glatten, metallischglänzenden oder stark glänzenden Oberfläche. Bei genauer Untersuchung findet sich, daß die Blätter oft eine regelmäßig sechsseitige, tafelförmige Gestalt haben. Diese Krystallblättchen sind überaus innig mit dem Kupfer verbunden, und bilden auf demselben einen höchst zarten Ueberzug.

Dieser Glimmer ist als eine krystallisirte Schlacke zu betrachten, die sich während des Processes des Garmachens durch Oxydation von Kupfer und einiger mit demselben ver-

bundener fremdartiger Theile, besonders Antimonium bildete, sich aber nicht ganz mit der übrigen Schlacke vom Kupfer trennte. Werden solche glimmerige Kupfer verarbeitet, so wird vielleicht ein Theil der in dem Kupferglimmer enthaltenen fremdartigen Dryde wieder reducirt, und geht in das Kupfer zurück. Es ist auch nicht unwahrscheinlich, daß Garkupfer, welches vielen Glimmer zeigt, selbst einen nicht durch Drydation ausgeschiedenen Theil von Antimonium, Blei u. s. w. enthält; dadurch spröder und härter als anders Kupfer wird, und sich darum zu manchen Anwendungen, als zur Messingfabrikation, zur Anfertigung feiner Kupferdrähte u. s. w. nicht eignet.

Die Analyse des Kupferglimmers gab in 100 Theilen:

Kupferoxyd mit dem Minimum von Sauerstoff	54,25
Weißes Spießglanzoxyd	39,81
Bleioxyd	4,05
Silberoxyd	0,16
Eisenoxyd	0,07
Alaunerhaltige Kieselerde	1,58
Schwefel	0,08
	<hr/>
	100,00

Herr Stromeyer macht noch die Bemerkung, daß das diesen Glimmer führende Kupfer stets etwas Eisen, Blei, Silber und Antimonium enthält. Von Eisen und Blei zeigte sich nur eine Spur; der Gehalt des Antimoniums und Silbers steigt wohl auf 1 bis 2 Tausendtheile. Man sehe die weitere Ausführung dieses Gegenstandes in der Abhandlung der Herren Hausmann und Stromeyer Schwelgger's Journal V. XIX. S. 241 ff.

h) Das Metallgemisch aus Cadmium und Kupfer

hat eine hellweiße, etwas in's Gelbliche spielende Farbe, ein sehr feinkörniges, schuppiges Gefüge, und ist sehr spröde, so daß es selbst zu einigen Procenten mit dem Kupfer verbunden diesem noch eine bedeutende Sprödigkeit ertheilt.

Wird dieses Metallgemisch einem Grade von Hitze ausgesetzt, bei welchem Kupfer schmilzt, so wird es zerlegt, und das Cadmium vollständig verflüchtigt. Hundert Theile Kupfer sind in dieser Verbindung mit 84,2 Cadmium verbunden. Hundert Theile Cadmiumkupfer enthalten demnach:

Cadmium	45,71
Kupfer	54,29
	<hr/>
	100,00

1) Das Zink giebt mit dem Kupfer ein Metallgemisch, das seit den ältesten Zeiten bekannt ist. Nach dem Zeugniß des Aristoteles haben die Mossinder, ein am Pontus Eurinus wohnendes Volk, zuerst die Kunst, aus Galmei und Kupfer diese Zusammensetzung darzustellen, geübt, daher auch das deutsche Wort Messing oder Messing gekommen zu seyn scheint.

Im Großen wird das Messing folgendermaßen bereitet. Das Kupfer wird mit einem Zusatz von calcinirtem, gemahltem und mit Kohle beschicktem Galmei in dem Verhältnisse von 2 bis 5 Theilen Kupfer gegen 3 bis 6 Theile Galmei in offenen Tiegeln dem Feuer ausgesetzt. Zweckmäßiger ist es, die Tiegel zu bedecken, indem dadurch der Verschüttigung der Zinkdämpfe mehr vorgebeugt wird. Die Defen zum Messingschmelzen sind runde Tiegelfen, auf deren Kost gewöhnlich sieben Tiegel auf Unterlagen im Kreise um einen achten größeren stehen, der dazu bestimmt ist, die geschmolzene Masse aus den übrigen aufzunehmen, damit der Guß aus einem einzigen Tiegel erfolgen kann.

Das durch das erste Schmelzen erhaltene Messing ist noch unrein, mit Kohle, Zinkoxyd und Galmei gemengt. Es wird Arco genannt und mit Messingabfällen und einem Zusatz von etwas Kupfer und Galmei von neuem eingeschmolzen. Die geschmolzene Masse wird dann in eine Form, welche durch große schwere Steine gebildet wird, zu Tafeln von 80 bis 100 Pfund am Gewicht ausgegossen. Diese Tafeln werden hierauf zerschnitten, und unter den Hämmern oder Walzwerken weiter verarbeitet.

Bequemer ist die Bereitung des Messings durch unmittelbares Zusammenschmelzen von Kupfer und metallischem Zink, welches aber, um das Verbrennen des Zinkes möglichst zu verhindern, in bedeckten Tiegeln geschehen muß. Die innige Verbindung beider Metalle erfordert eine große Hitze, auch ist es rathsam, die geschmolzene Masse von Zeit zu Zeit umzurühren. Bei der ersten Schmelzung ist es gut, das fast bis zum Schmelzen erhitzte Zink in das schon geschmolzene Kupfer hineinzubringen, die geschmolzene Masse aber stets mit Kohlengestiebe bedeckt zu erhalten.

Es scheint, der Untersuchung von Chaudet zufolge, zwei Arten von Messing zu geben, die sich in dem Verhältniß ihrer Bestandtheile und auch in ihren Eigenschaften unterscheiden. Die eine enthielt 62 bis 66 Kupfer, 35 — 32 Zink, 2,86 — 2,15 Blei; die andere 70 Kupfer gegen 30 Zink. Letztere ist ungleich geschmeidiger, läßt sich aber nicht gut dreheln, indem die Spähne sich nur mit Mühe ablassen, und eignet sich vorzüglich zur Verfertigung von Geräthschaften, welche gehämmert werden müssen. Die erste Art war weniger streckbar, eignete sich aber mehr zu Drechslerarbeiten. (Annales de Chimie et de Physique. T. V. p. 321; übers. in Schweigger's Journ. B. XXI. S. 350.)

Dieses

Dieses ist von Thomson bestätigt worden. Das geschmelzbare Messing, das im Handel unter dem Namen des nürnbergischen oder holländischen Messings vorkommt, enthält, seinen Untersuchungen zufolge, zweimal so viel Kupfer als die sprödere Sorte. Kaum braucht wohl bemerkt zu werden, daß der Bleigehalt nicht absichtlich ist, sondern davon herrührt, daß die angewandten Materialien zufällig mit Blei verunreinigt waren. Da das Blei sich nur schwer mit dem Kupfer verbindet, so muß, wenn man absichtlich dem Messing diesen Zusatz geben will, entweder die Masse mehrere Mal umgeschmolzen oder gleich anfänglich ein solches Kupfer gewählt werden, das schon mit der erforderlichen Menge Blei vollkommen legirt ist. Im englischen Messing sind 16 Theile Kupfer gegen 9 Theile Zink enthalten, oder 100 Theile englisches Messing enthalten 64 Theile Kupfer, 36 Theile Zink.

Das Messing ist leichtflüssiger als Kupfer. Es läßt sich, wenn es kalt ist, hämmern, es sey denn, daß die Menge des Zinkes unverhältnismäßig groß wird. Wird es erhitzt, so ist es spröde. Es ist geschmelzig, läßt sich zu sehr feinem Draht ausziehen, und besitzt, den Versuchen von Muschenbroeck zufolge, einen höheren Grad der Zähigkeit als Kupfer. Sein specifisches Gewicht ist nach dem Verhältniß von Zink verschieden. Dr. Watson fand das specifische Gewicht von gewalztem Messing aus Bristol gleich 8,441, während Brisson das specifische Gewicht des gewöhnlichen gegossenen Messings nur zu 7,824 angiebt.

Man kann übrigens das Zink in sehr verschiedenen Verhältnissen mit dem Kupfer verbinden, das Tombac, Pinchbeck, Similor, Manheimer Gold, Prinzmetall sind dergleichen Metallgemische aus Kupfer und Zink in vers-

schiedenen Verhältnissen. Je größer die Menge des Kupfers im Verhältniß gegen die des Zinkes ist, um so dunkeler ist die Farbe des Metallgemisches, je größer die Menge des Zinkes, um so blässer ist sie.

Das Verhältniß der Bestandtheile in diesen Metallgemischen löst sich nach *Vauquelin's* Vorschrift folgendermaßen ausmitteln. Man löst das zu untersuchende Metall in verdünnter Salpetersäure auf, fällt das Oxyd durch eine Auflösung von Kali, und setzt ein Uebermaß von Kali zu, um das Zinkoxyd aufzulösen. Das Kupferoxyd, welches zurückbleibt, wird wohl ausgewaschen und getrocknet. Hundert Gewichtstheile desselben zeigen 65 Theile metallisches Kupfer an. Ein anderes noch einfacheres Verfahren ist dieses: Man löst das Metallgemisch in verdünnter Schwefelsäure auf, und fällt das Kupfer durch Zink. (*Annales de Chimie T. XXVIII. p. 40.*)

Man hat vorgeschlagen, sich des Zinkes zum Ueberzug kupferner und eiserner Gefäße zu bedienen, dieses ist aber aus den Seite 348 angegebenen Gründen nicht thünlich.

k) Mit *Bismuth* bildet das Kupfer ein sehr sprödes Metallgemisch von blasrother Farbe und einem specifischen Gewichte, welches genau das arithmetische Mittel des specifischen Gewichtes der beiden legirten Metalle ist.

l) Das Kupfer vereinigt sich nur dann mit dem *Blei*, wenn dieses geschmolzen und so stark erhitzt worden ist, daß es hell rothglühend, kocht und dampft. Wirft man bei dieser Temperatur Stücke Kupfer in dasselbe, so verschwinden sie bald. Das dadurch gebildete Metallgemisch hat eine graue Farbe, ist spröde, wenn es kalt ist, und hat ein körniges Gefüge. Nach *Kraft* ist sein specifisches Gewicht geringer, als das arithmetische Mittel. Eine nur schwache

chemische Anziehung hält beide Metalle vereint. Wird das Metallgemisch einer Hitze ausgesetzt, welche nicht größer ist, als zum Schmelzen des Bleies erfordert wird, so fließt fast alles Blei aus, und das Kupfer bleibt beinahe rein zurück. Der kleine Rückhalt an Blei, der mit dem Kupfer vereinigt bleibt, läßt sich verschlacken, wenn man das Kupfer der Rothglühhitze aussetzt. Führt das Blei, welches auslaigert, etwas Kupfer mit sich, so schwimmt, wenn man es schmilzt, das Kupfer auf der Oberfläche, und läßt sich leicht hinwegnehmen.

m) Das Zinn verbindet sich mit großer Leichtigkeit mit dem Kupfer, und giebt Verbindungen, von denen sehr mannigfaltige Anwendungen gemacht werden. Je nachdem beide Metalle in diesem oder jenem Verhältnisse mit einander gemischt werden, erhält man Kanonenmetall, Glockenmetall, Bronze, die Masse zu den Spiegeln für Teleskope u. s. w.

Ein Zusatz von Zinn vermindert die Geschmeidigkeit des Kupfers; seine Härte, Festigkeit, Schmelzbarkeit und Klang werden hingegen dadurch vermehrt. Das specifische Gewicht des Metallgemisches ist größer, als die mittlere Dichte beider Metalle. Aus den Versuchen von Herrn *Briche* geht hervor, daß die Vermehrung der Dichte mit der Menge des Zinnes zunimmt, und daß, wenn das Metallgemisch aus 100 Theilen Kupfer und 10 Theilen Zinn besteht, dieselbe ein Maximum sey. Das specifische Gewicht des Metallgemisches ist alsdann 8,87. Werden von beiden Metallen gleiche Theile genommen, so ist das specifische Gewicht des Metallgemisches 8,79. Der Rechnung nach könnte dasselbe nur 8 seyn, es ist demnach um 0,79 größer geworden. (*Journal des Mines* An V. 88r.) Um beide Metalle

genau zu mischen, müssen sie lange Zeit in Fluß erhalten und unablässig umgerührt werden, widrigenfalls sinkt der größere Theil des Kupfers zu Boden, und der größere Theil des Zinnes heget sich auf die Oberfläche. Dadurch werden zwei verschiedene Metallgemische gebildet, von denen das eine aus einer großen Menge Kupfer mit einer kleinen Menge Zinn, das andere aus einer großen Menge Zinn mit einer kleinen Menge Kupfer verbunden besteht.

Die Bronze oder das Erz in engerer Bedeutung des Wortes ist dasjenige Metallgemisch, in welchem die Menge des Zinnes in 100 Theilen nicht 10 bis 12 Theile übersteigt. Es hat eine graugelbe Farbe, ist härter als Kupfer, weniger dem Rosten ausgesetzt und schmelzbarer, so daß es dünn fließt und sich leicht in Formen gießen läßt. Man bedient sich desselben zum Gießen von Statuen und Kanonen. In England nimmt man zum Kanonenmetall oder Stückgut 8 bis 12 Theile Zinn auf 100 Theile Kupfer. Das reinste Kupfer erfordert den größten Zusatz von Zinn, das minder reine eine geringere Menge desselben. Dieses Metallgemisch ist klingender als Eisen, daher geben bronzene Kanonen einen weit lauterem Knall als eiserne. Die einzige Gießerei in England, in welcher bronzene Kanonen gegossen werden, ist zu Woolwich.

Herr Düssauffoy hat eine große Anzahl von Versuchen gemacht, um zu bestimmen, ob es nicht vortheilhaft seyn möchte, dem Kanonenmetall einen Antheil Eisen und Zink zuzusetzen. Er fand, daß dieser Zusatz auf 100 Theile Kanonenmetall höchstens ein bis anderthalb Procent verzinnetes Eisen oder 3 Procent Zink betragen dürfte, und daß es zweckmäßiger sey, sich des bereits mit Zinn verbundenen als des reinen Eisens zu bedienen, indem die Vereinigung

leichter erfolgt. (Annales de Chimie et de Physique T. V. p. 113 et 225.)

Die Alten bedienten sich der Bronze zur Verfertigung von mannigfaltigem Geráthe, desgleichen von Waffen, als Speißen, Schwerdtern und anderen schneidenden Werkzeugen. Nach den Untersuchungen von Dr. Pearson, der mehrere antike Geráthschaften zerlegt hat, scheint die antike Bronze aus acht bis neun Theilen Kupfer gegen einen Theil Zinn bestanden zu haben. Seinen Erfahrungen zufolge giebt dieses Verhältniß das härteste Metallgemisch, das sich am besten eignet, die Stelle des Eisens und Stahles zu vertreten. Dieses Metallgemisch mußte in einem Zeitalter, in welchem die Kunst, das Eisen zu bearbeiten, nur unvollkommen gekannt war, von der größten Wichtigkeit seyn. (Phil. Transact. 1796. p. 395.)

Die Ergebnisse, welche Herr Pearson erhielt, sind nachmals durch die Untersuchungen von Klaproth vollkommen bestätigt worden. Dieser fand antike Schwerdter, Messer, Ringe und andere Geráthe aus 87 bis 89 Kupfer, 13 bis 11 Zinn bestehend. (Beiträge. B. VI. S. 93.) Die große Härte, die man an den Waffen der Alten bemerkte, erregte bei einigen die Vermuthung, daß man im Alterthume eine besondere Kunst besessen habe, das Erz zu härten, die jetzt verloren gegangen sey.

Aus diesem Metallgemisch wurden ebenfalls häufig Münzen und Medaillen verfertigt, wie Dizé bei der Zerlegung mehrerer griechischen, römischen und gallischen Münzen fand. Spiegel, Schalen, Gefáße, Zierrathen bestanden nach Klaproth aus einer ähnlichen Mischung, nur war das Verhältniß von Zinn größer.

Wird das Verhältniß des Zinnes vermehrt, so wird das

Metallgemisch spröder und klingender. Im Glockenmetall oder Glockengut beträgt die Menge des Zinnes ein Fünftheil bis ein Drittheil vom Gewichte des Kupfers, nach der Größe der Glocke und dem Schall, den man hervorbringen will. Zu Kirchenglocken nimmt man weniger Zinn, als zu Glocken für Thurmuhren; bei kleineren Glocken für Taschenuhren wird dem Metallgemisch etwas Zink zugesetzt. (Watson's Essays IV. 132.) Das englische Glockenmetall wird nach Swedenborg gewöhnlich durch Umschmelzen der bei dem Kanonengießen übrigbleibenden Schlacken erhalten. Nach Thomson ist das Verhältniß der Bestandtheile im englischen Glockenmetall: 80 Kupfer; 10,1 Zinn; 5,6 Zink und 4,3 Blei.

Das chinesische Gongmetall, aus dem in China musikalische Instrumente gefertigt werden, welche man Gong nennt, und die aus einer metallischen Scheibe von weniger Dicke, allein beträchtlichem Durchmesser mit einem wenig erhabenen Rande bestehen, die ausnehmend töndend sind, enthält nach Klaproth: 78 Kupfer, 22 Zinn; nach Thomson 80,427 Kupfer, 19,573 Zinn.

Die verschiedenen Metallgemische aus Kupfer und Zinn, von denen die Rede war, besitzen der Bemerkung von Herrn d'Arcet zufolge die Eigenschaft, daß wenn man sie härtet, sie sich sehr gut hämmern lassen. Nimmt man zwei Stücke Metall, das eine von Stückgut, das andere von Glockengut, die beide langsam erkaltet wurden, so wird das eine sich in geringem Grade hämmern lassen, das zweite wird spröde seyn. Macht man sie glühend und taucht sie in kaltes Wasser, so erhalten sie beide die Eigenschaft, sich hämmern zu lassen. Dieses erklärt die Art, wie die chinesischen Gongs gefertigt werden. Sie sind gegossen, dann bis

zum Rothglühen erhitzt, und in kaltes Wasser getaucht worden. Durch dieses Härten erhielten sie die Eigenschaft, sich mit dem Hammer bearbeiten zu lassen, wo man ihnen dann die Gestalt giebt, welche ihnen eigen ist. Es ist wahrscheinlich, daß sie nachmals zum zweiten Male bis zu einem gewissen Punkte erhitzt werden, worauf man sie ruhig erkalten läßt, welches sie mehr oder weniger spröde macht, und ihnen einen starken Klang ertheilt.

Da das Zinn weit leichtflüssiger und leicht oxydirbarer als Kupfer ist, so giebt dieses ein Mittel an die Hand, beide Metalle von einander zu trennen. (Man sehe: Fourcroy Annales de Chimie T. IX. p. 505 etc. Anfrye et Lecourt a. a. O. B. XLI. p. 1 et suiv.)

Wird dem Kupfer eine größere Menge Zinn zugesetzt, so wird ein Metallgemisch von weißer Farbe erhalten, das wegen seinem dichten Gefüge und der Fähigkeit, eine gute Politur anzunehmen, das Licht in einem vorzüglichen Grade zurückwirft, und sich zur Verfertigung von Spiegeln für Teleskope besonders eignet. Es hat überdies den Vortheil, daß es an der Luft nicht anläuft. Den Versuchen von Mudge zufolge (Philos. Transact. Vol. LXVII.) ist das Verhältniß in diesem Metallgemische etwas weniger als ein Theil Zinn gegen zwei Theile Kupfer. Herr Edwards, der diesen Gegenstand mit besonderer Sorgfalt behandelt hat, fand, daß ein Metallgemisch aus 32 Unzen Kupfer und 15 bis 16 Unzen Zinn, zu dem Messing, Silber, Arsenik, von jedem eine Unze, zugesetzt wurden, die bis dahin bekannten Compositionen, um Metallspiegel daraus zu fertigen, übertriffe. Das Zinn und Kupfer werden in besonderen Schmelztiegeln geschmolzen, und wenn sie in Fluß sind, vermischt man sie mit einander. Die Mischung wird wohl durch ein

ander gerührt, und in kaltes Wasser geschüttet. Die andern Metalle werden bei einer zweiten Schmelzung zugefest. Das Arsenik scheint dem Metallgemische einen größeren Grad von Dichte und Festigkeit, das Messing mehr Zähigkeit zu geben, während das Silber die Weiße vermehrt. (Nicholson's Journ. 4to Vol. III. p. 490.)

Nach neueren Versuchen des Herrn Little macht das Silber das Metallgemisch zu weich und verhindert, daß es den höchsten Grad der Politur annimmt. Die Zusammensetzung, welche er als die vorzüglichere empfiehlt, ist folgende: 32 Gewichtstheile Stangenkupfer; 4 Theile Messing; 16½ Theile Zinn und 1½ Theile Arsenik.

Die Alten, denen die Glaspiegel unbekannt waren, bedienten sich der Metallspiegel. Klaproth, der das Fragment eines antiken Spiegels untersucht hat, fand als Bestandtheile desselben:

Kupfer	62
Zinn	32
Blei	6
	<hr/>
	100

Sieht man das Blei als eine zufällige Verunreinigung des Zinnes an, so hat man auch hier nahe das Verhältniß von zwei Theilen Kupfer gegen ein Theil Zinn.

Kupferne Gefäße, vorzüglich wenn man sich derselben als Küchengeschirr bedient, werden mit einer dünnen Lage Zinn überzogen, um die Oxydation des Kupfers zu verhindern, und die in denselben bereiteten Speisen gegen Vermischung mit diesem der Gesundheit so höchst nachtheiligen Metalle zu schützen. Man nennt diese Operation das Verzinnen der Gefäße. Die Oberfläche des zu verzinnenden Kupfers wird blank geschleuert, und man entfernt

sorgfältig alle Spuren von Oxidation. Zu dem Ende besstreuet man dieselbe mit gepulvertem Salmiak, erhitzt und reibt sie damit vermittelst eines Lappens anhaltend. Nach dem die Oberfläche des Kupfers recht glänzend geworden ist, so bringt man die erforderliche Menge Zinn auf dieselbe und erhitzt sie. Das Zinn kommt bald in Fluß, und wird durch Reiben vermittelst eines Büschels Berg über die Oberfläche des Kupfers verbreitet. Mit dem Reiben fährt man so lange fort, bis die Verzinnung beendigt ist. Zuweilen setzt man etwas Harz zu, um die Oxidation des Zinnes zu verhindern. Die Lage Zinn ist ungemein dünn. Bayen überzeugte sich, daß eine kupferne Pfanne von neun Zoll Durchmesser und drei Zoll drei Linien Tiefe durch das Verzinnen keine größere Gewichtszunahme als von 21 Gran erhielt. Es ist kein Vortheil dabei, wenn man die Lage Zinn dicker macht, indem eine mäßige Hitze das dicker aufgetragene Zinn zum Schmelzen bringt, und dieses abfließt.

n) Mit dem Eisen läßt das Kupfer sich nur sehr schwer vereinigen. Das Metallgemisch, welches dadurch erhalten wird, hat eine graue Farbe, sehr wenig Geschmeidigkeit, und ist strengflüssiger als Kupfer. Nach Lhenard wird dasselbe noch dann vom Magnete gezogen, wenn das Eisen nur $\frac{1}{8}$ der Mischung ausmacht. Einigen Bemerkungen von Herrn Levassieur zufolge rührt die Eigenschaft des rothbrüchigen Eisens zuweilen von der Gegenwart des Kupfers her.

Zehn Theile Kupfer und ein Theil Eisen sollen ein Metallgemisch geben, aus dem in England Schiffsnägel gegossen werden. Das Tutanego besteht, nach Keir, aus Kupfer, Zink und Eisen.

Nach Bergelius ist das Gewicht eines Massentheils reinen Kupfer gleich 791,93.

Man sehe bei diesem Abschnitte außer den bereits angeführten Schriften: Herrmann über die allgemeinen Eigenschaften des Kupfers und über die Kenntniß seiner Erze u. s. w. Leipzig 1812. L. Suedenborgii regnum subterraneum etc. Dresdae 1734. Proust, Annales de Chimie T. XXVIII. p. 210. T. XXXII. p. 26; daraus in Crell's Annalen J. 1800. B. I. S. 39 und in Gehlen's Journal B. IV. S. 552.

Einundzwanzigster Abschnitt.

Von dem Nickel.

Man findet das Nickel vorzüglich in einem Erze, welches man wegen seiner röthlichen Kupferfarbe auf Kupfer benutzen wollte, und das man, da man sich in seinen Erwartungen getäuscht sah, KupfERNickel nannte. Cronstedt zeigte im Jahre 1751 zuerst, daß dieses Erz ein eigenthümliches Metall enthalte, dem er den Namen Nickel gab, und dessen Eigenschaften von Bergmann im Jahre 1775 näher entwickelt wurden.

In der Natur kommt das Nickel unter nachstehenden Formen vor. I. Als Gediegen Nickel im Haarkies, der längere Zeit für Schwefelkies gehalten wurde, bis Klaproth zeigte, daß derselbe aus Nickel mit etwas Kobalt und Arsenik bestehe. II. Mit Sauerstoff verbunden kommt das Nickel vor: a) in der Nickelschwärze; b) im Nickelocker. Bestandtheile nach Herrn Stromeyer: