

Die Dauerhaftigkeit von Blei ist eine unbegrenzte; denn die rasche Erblindung blanken Bleies an feuchter Luft, herrührend von der Bildung von Bleifuboxyd, schützt das Innere vor weiterer Oxydation; Wasser, besonders Regenwasser bildet weisse in demselben suspendirbare Schuppen von Bleioxydhydrat, daher unter gewissen Umständen die Gefahr von gesundheitschädlichen Einwirkungen unverzinnter Bleirohre bei Wasserleitungen.

Walz- oder Rollenblei wird in Tafeln von 75 bis 95 cm Breite bis zu 10 m Länge in Stärken von 1,5 bis 2,0 mm hergestellt¹⁴⁰⁾.

220.
Gewicht,
Elasticität und
Festigkeit.

Das specifische Gewicht des Bleis beträgt je nach der Reinheit 11,300 bis 11,445. Seine Elasticität ist, der grossen Weichheit entsprechend, nur gering; nach *Rankine* beträgt der Elasticitäts-Coefficient 50,620 t pro 1 qcm. Auch die Zugfestigkeit ist gering; sie beträgt nach *Karmarsch* für gegossenes Blei 95 kg, für gewalzte Platten 83 bis 173 kg und für Bleidraht 213 bis 232 kg pro 1 qcm. Die Druckfestigkeit wird von *Rennie* mit 540 kg, die Abfcherungsfestigkeit von *Tresca* mit 120 kg pro 1 qcm angegeben.

2. Kapitel.

Kupfer und Legirungen.

a) Kupfer.

221.
Kupfer
als Baustoff.

Als das älteste unter allen Metallen und wegen seiner vortrefflichen Eigenschaften, die es zu den verschiedensten Gebrauchszwecken geeignet machen, hoch geschätzt, nimmt das Kupfer heute noch einen gewissermassen aristokratischen Rang auch unter den Baustoffen ein, und es ist gewiss gerechtfertigt, wenn der Architekt zur Bedachung eines Monumentalbaues dem Kupfer als haltbarstem Dachdeckungsmaterial unter Umständen den Vorzug giebt. Seine technischen Eigenschaften: die hohe Festigkeit und Elasticität, die vorzügliche Dehnbarkeit und daher Formbarkeit, seine ausserordentliche Dauerhaftigkeit und nicht in letzter Linie auch die Schönheit seiner Patina, der *aerugo nobilis*, qualificiren es mehr als jeden anderen Baustoff, dort Anwendung zu finden, wo es sich um künstlerischen Schutz edler Architektur aus kostbarem Material handelt. Selbst ein kostbares Material, kann zwar das Kupfer nie auf eine ausgedehnte Anwendung im decorativen Ausbau zählen; aber seine Wichtigkeit als Legirungsbestandtheil zu Messing und Bronze allein weisen ihm auch hier einen hervorragenden Platz an.

222.
Handelsorten,
Eigenschaften u.
Verwendung.

Im Handel erscheint das Kupfer als: 1) Rosetten-Kupfer, Gar- oder Scheibenkupfer, in Kuchen von 30 bis 60 cm Durchmesser; als Zeichen vorzüglicher Qualität, d. h. Reinheit gilt möglichste Dünnhheit bis unter 2 mm. 2) In Barren und Blöcken von ca. 45 cm Länge, 8 bis 30 cm Breite und 7 bis 8 cm Dicke. 3) Als Granalien, in Pulver- oder Körnerform, besonders für Legirungszwecke.

Die Reinheit des Kupfers hat auf die Dichte und Härte, so wie auch auf den Dehnbarkeitsgrad grossen Einfluss. Verunreinigungen durch Kohlenstoff, Schwefel, Antimon, Arsen, Eisen etc. machen dasselbe rothbrüchig, Kupferoxydul hingegen kaltbrüchig.

Der Bruch des Handelskupfers soll fast rosenroth fein, metallischen Glanz und

¹⁴⁰⁾ Siehe auch: Percy, J. *Metallurgy*. Vol. III. *Lead, including desilverization and cupelation*. London 1870. Deutch von C. Rammelsburg. Braunschweig 1872.

fein zackiges Gefüge zeigen, welches durch Hämmern undeutlich fehnig wird. Rothbrüchiges Kupfer, besonders kohlenstoffhaltiges, spielt ins Gelbliche auf dem grob zackigen, auffallend stark glänzenden Bruche, während eine ziegelrothe oder gar bräunlich rothe Farbe bei sehr feinkörnigem und mattem Bruche auf Kupferoxydul und Kaltbrüchigkeit hindeutet. Sehr schwer hingegen sind mehrere gleichzeitige Beimischungen bloß durch das Bruchansehen zu erkennen.

Zur Anwendung gelangt das Kupfer höchst selten im gegossenen Zustande, weil der Guß nur bei ganz reinem Kupfer dicht ausfällt und dickflüssig ist. Nur Nägel für Schiffsbefehle, Bolzen zu Nietten und Rohren werden häufiger gegossen.

Dagegen ist die vorzügliche Geschmeidigkeit des Kupfers, welche es auch im kalten Zustande hämmerbar und biegsam macht, naturgemäße Ursache zur Verwendung zu Blech und Draht gewesen.

Früher wurde das Blech nur durch Hämmern hergestellt, und auch das jetzige Walzkupfer erfordert vor und nach dem Walzen Hammerarbeit. Scharf normirte Handelsforten von Kupferblech existiren nicht. Die gangbarsten Dimensionen sind 75 bis 90 cm Breite und 1,5 bis 1,8 m Länge bei sehr verschiedener Dicke, von 0,3 bis 0,5 mm für das schwächste Roll- oder Flickkupfer, bis zu 6,25 mm für das stärkste Braupfannenblech. Die Dicke der Dachbleche schwankt zwischen 0,5 und 1,7 mm; Rinnenblech ist ca. 0,75 mm, Schlauchblech ca. 1,23 mm dick.

Kupferdraht kommt in 62 verschiedenen Nummern vor mit einer Dicke zwischen 21,90 bis 0,21 mm herab; die stärksten Sorten werden bis 1,5 mm herab Musterdrähte, die schwächeren Scheibendrähte genannt.

Sehr häufig wird das Kupfer in Form von Rohren verwendet, und zwar entweder als gelöthete, gegossene und dann gezogene oder als gehämmerte Rohre, welche letztere sich durch große Zähigkeit und Festigkeit auszeichnen.

Zu decorativen Zwecken werden die Flächen des Kupfers entweder blank polirt (*cuivre poli*) oder mit einer Bronzierungs-Patina von rothbrauner Farbe, hervorgerufen durch Bildung von Kupferoxydul oder mechanisch durch Blutstein- und Reifblei-Pulver, versehen, oder es werden durch Schwefelmetalle, die an der Oberfläche erzeugt werden, Metall-Luftre-Farben beliebiger Nuance hervorgebracht¹⁴¹⁾. Die Patina, welche wir an antiken Gebilden bewundern, das kohlenfaure Kupferoxyd, wird eigentlich am schönsten und haltbarsten und zugleich den Körper des Metalls selbst ausgiebigst schützenden nur durch die Zeit erzeugt. Mit salpetersaurem Kupferoxyd unter Zusatz von Kochsalz und sodann Kleefalz und Salmiak wird eine künstliche Patina in kurzer Zeit hervorgerufen, welche aber durch Wachs oder ähnliche Schutzmittel jenen sanften Glanz erhalten muß, der die echte antike Patina so schön macht¹⁴²⁾.

Das specifische Gewicht des Kupfers schwankt je nach der Reinheit und der Art der Bearbeitung zwischen 8,56 und 8,90; für Kupferblech wird gewöhnlich 8,8 als Durchschnittsziffer angenommen.

Der Elasticitäts-Coefficient beträgt für gehämmertes Kupferblech 1100t, für Kupferdraht 1300t pro 1 qcm. Die Zugfestigkeit wird von *Karmarsch* für gegossenes Kupfer zu 1300 bis 2600, für gehämmertes oder gewalztes Kupfer zu 1800 bis 2600, für hart gezogenen Kupferdraht zu 2700 bis 5100 kg pro 1 qcm

223.
Gewicht,
Elasticität und
Festigkeit.

¹⁴¹⁾ Siehe: Pufcher, E. Ueber ein neues und billiges Verfahren, ohne Anwendung von Farben verschiedene Metalle mit prachtvollen Luftre-Farben zu überziehen. *Polyt. Journ.* Bd. 190, S. 421.

¹⁴²⁾ Siehe: Ueber die Erzeugung einer Patina auf Bronze und Eisen. *Polyt. Journ.* Bd. 199, S. 427.

angegeben. *Tresca* hat die Abfcherungsfestigkeit mit 1873 kg pro 1 qcm ermittelt ¹⁴³⁾.

b) Legirungen.

Die Legirungen der Metalle Kupfer, Zink und Zinn in den verschiedensten Mischungsverhältnissen geben für den inneren Ausbau eine große Anzahl Verwendungen, welche in Bezug auf Farben- und Formenwirkung, auf Festigkeit und Dauer unübertroffen da stehen und eine reiche Entfaltung der Kunstindustrie bewirkt haben.

224.
Messing.

Die Legirung von Kupfer und Zink wird im Allgemeinen mit dem Namen Messing bezeichnet. Speziell gilt dieser Name für Legirungen, bei denen der Zinkgehalt ca. 30 Procent beträgt; steigt der Gehalt an Kupfer über 80 Procent, so giebt dies das Rothmessing oder Tombak mit der charakteristischen bräunlichgelben Farbe, bis sie mit noch mehr steigendem Kupfergehalt röthlich und ähnlich der Kupferfarbe wird. Ueber 40 Procent Zink hingegen verleihen der Mischung einen röthlichgelben bis goldgelben Stich, während mit der Steigerung des Zinkgehalts über 50 und bis 80 Procent das Weissmessing in Farbe und Eigenschaften dem Zink immer näher kommt.

Die vorzüglichsten technischen Eigenschaften äufsert das Rothmessing und das eigentliche Messing. Es ist an Farbe schöner als Kupfer, an der Luft gegen Oxydation widerstandsfähiger, besitzt grössere Härte, leichtere Schmelzbarkeit und liefert dünnflüssige, scharfe Güsse bei einer Dehnbarkeit, welche die dünnsten Bleche und feinsten Drähte herzustellen gestattet. Gegossenes Messing ist ähnlich wie Zink im Bruche krytallinisch und daher spröde; durch Walzen, Hämmern und Ziehen gewinnt es feinkörnige bis faferige Structur und damit ausgezeichnete Geschmeidigkeit, besonders wenn es wieder geglüht und erkalten gelassen wird.

Kommt es auf grössere Weichheit, große Dehnbarkeit und warmen Farbenton an, besonders bei zu vergoldenden Gegenständen, so wird vorzugsweise Tombak verwendet, das billigere Messing hingegen zu Gufswaren und der geringeren Abnutzung wegen zu härteren Gegenständen.

Besonders dienen Tombak und Messing gegossen zu Thor- und Thürschildern, Knöpfen, Handhaben, Drückern und Oliven, Rollen, Wasser- und Gasleitungshähnen, Ventilen etc.; gewalzt, gehämmert und getrieben zu Aufsatz- und Charnierbändern, Schlofsverkleidungen, Ofenthüren, Kastenbeschlägen und ungezählten anderen Gegenständen. Nicht minder ausgedehnt ist die Anwendung von Messingdraht.

Das Messingblech kommt im Handel als Rollmessing (Bugmessing) und Tafelmessing vor. Ersteres umfasst die dünnsten Sorten mit einer Stärke von 0,12 bis 0,4 mm, 120 bis 460 mm breit, wobei die Breite mit steigender Dicke abnimmt, bei einer durchschnittlichen Länge von 6,5 m. Bugmessing wird einige Male in flachen Tafeln zusammengebogen, und zwar um so öfter, je dünner es ist, und umfasst schmale und dünne, aber lange Sorten von 0,3 bis 2 mm Dicke, 180 bis 260 mm Breite und 1 bis 5,5 m Länge. Tafelmessing ist das stärkste, nicht gebogene, mit einer Dicke von 1 bis 17 mm bei 300 bis 650 mm Breite und verschiedener Länge.

Die Messingdrähte kommen in ähnlichen Nummern wie die Kupferdrähte vor, von 18,80 bis 0,19 mm Dicke. Messingschrauben in verschiedenen Nummern, von 3,5 bis 8,5 m Dicke, finden vielfach Anwendung.

¹⁴³⁾ Vergl. auch: Bischoff, C. Das Kupfer und seine Legirungen. Berlin 1865.

Das specifische Gewicht schwankt mit der Zusammensetzung, ist jedoch höher, als der Durchschnitt der beiden Gemengtheile. *Karmarsch* giebt für Messingblech 8,52 bis 8,62, für Messingdraht 8,49 bis 8,73, für Gufsmessing 8,71 an. Tombak als Blech gab 8,788, Gufstombak 8,606, Tombakdraht fogar 9,00. Eben so verschieden ist die Zugfestigkeit; für Gufsmessing giebt *Rankine* 1270, für Messingdraht 3450 kg pro 1 qcm an. Die Druckfestigkeit beträgt für Gufsmessing 725 kg pro 1 qcm. Der Elasticitäts-Coefficient des Messings beläuft sich auf 650^t pro 1 qcm und steigt bei Messingdraht bis 1000^t pro 1 qcm.

Die Gegenstände aus Gufsmessing werden häufig mit Lacken und Firnissen überzogen, um das Auftreten von Grünspan zu verhüten und verschiedene lebhaftere Laifarben darauf anzubringen; vielfach wird es auch verzinkt, vernickelt, versilbert und vergoldet. Sehr beliebt sind Messingwaaren, welche durch Beizen in Säurebädern oder Salzbädern eine röthliche, grüngelbe, goldgelbe Färbung mit entweder hell glänzender oder matter Oberfläche erhalten. Werden gewisse Partien der Einwirkung der Beizen durch Bedeckung mit Fettfarben entzogen, so entstehen intarsienartige Zeichnungen von verschiedener Wirkung, je nachdem die Zeichnung blank auf mattem Grunde oder umgekehrt gewählt wird.

Unter dem Collectivnamen Argentan oder Weiskupfer begreift man eine Reihe von Legirungen, denen als Legirungsmetall aufer Kupfer und Zink noch Nickel zugefetzt ist. Argentan ist demnach ein Messing, dem durch angemessenen Nickelgehalt eine weiße Farbe ertheilt wird. Der Nickelgehalt selbst ist schwankend und damit auch die Farbe vom Gelb-bräunlich-weiß bis ins Silberweiße spielend. Binahe eben so dehnbar wie Messing nimmt es eine schöne Politur an und giebt auch reinere Güsse. Gegen Atmosphärien und Säuren ist es widerstandsfähiger als Messing. Die Argentan-Waaren dienen als Silber-Imitation theils in Form von Gufs, theils als Blech, theils getrieben, theils als Draht und häufig auch mit echtem Silber plattirt oder galvanisch versilbert (Chinafilber) verschiedenen Zwecken, und es sind die einzelnen Varietäten als Pakfong, Neusilber, Alfenide, Alpaka, Christofle-Metall etc. bekannt. Das specifische Gewicht des Argentans ist 8,4 bis 8,7, die Zugfestigkeit für hart gezogene Drähte beträgt 7200 bis 8000 kg, für ausgeglühte Drähte 5200 kg pro 1 qcm.

225.
Argentan.

Britannia-Metall ist eine Legirung von Zinn mit Antimon und Zink und wenig Kupfer. Es zeichnet sich durch bläulich-weiße Farbe und grössere Härte vor dem Zinn aus und besitzt vorzügliche Politurfähigkeit. Zu Gufs-Ornamenten eignet es sich gut, da es scharfe Abgüsse giebt; auch kommt es in Form gewalzter Platten zur Verwendung. Das specifische Gewicht beträgt 7,82 bis 7,86.

226.
Britannia.

Bronze werden im Allgemeinen die Legirungen von Kupfer und Zinn genannt, obwohl technischer Rücksichten halber meistens noch Zink und auch noch andere Metalle beilegirt werden. Bronze besitzt manche Eigenschaften des Kupfers, ist jedoch härter als dieses, politurfähiger und leicht schmelzbarer, häufig jedoch spröder; es ist das vorzüglichste Gufsmaterial.

227.
Bronze.

Von den verschiedenen Bronze-Varietäten, deren eine Unzahl existirt, heben sich typisch hervor: 1) das Glockenmetall mit höchstens 80 Theilen Kupfer auf mindestens 20 Theilen Zinn, übrigens sehr schwankend in der Zusammensetzung; 2) das Kanonenmetall mit ca. 90 Theilen Kupfer und 10 Theilen Zinn, von größter Zähigkeit, so dass die Kanonenrohre über 4000 Atmosphären Druck aushalten; 3) Medaillen-Bronze für Münzen und Medaillen mit ca. 92 Theilen Kupfer auf 8 Theile Zinn, meist noch mit etwas Zink versetzt; 4) Spiegelmetall mit 68 Theilen Kupfer und 32 Theilen Zinn nebst etwas Zink, zu Metallspiegeln; 5) Statuen-Bronze mit durchschnittlich 88 Theilen Kupfer, 2 Theilen Zink, 10 Theilen Zinn und etwas Blei; sehr große Gufsstücke erhalten höheren Zink- und Bleigehalt, um recht dünnflüssig zu werden.

Bronzeähnliche Legirungen von specifischen Eigenschaften sind auch die Phosphor-Bronze, von *Künzel* erfunden, mit 90 Theilen Kupfer, 9 Theilen Zinn und 0,5 bis 0,75 Theilen Phosphor, welche sich

durch erhöhte Zähigkeit, Festigkeit und Elasticität auszeichnet. Die Aluminium-Bronze besteht aus 90 Theilen Kupfer und 10 Theilen Aluminium und hat bei licht gelber Farbe geringes Gewicht und hohe Festigkeit. Die größte Widerstandsfähigkeit jedoch besitzt nach *Thurston* das Maximum-Metall, eine Legirung von 55 Theilen Kupfer, 43 Theilen Zink und 2 Theilen Zinn.

Die Verwendung von Bronze ist uralte, wenn auch immer einer späteren Periode angehörig, als Kupfer und Zinn. Ihre Benutzung ist außerordentlich mannigfaltig. Treppengeländer, frei tragende Stufen, Säulen, Candelaber, figurale Ornamente, Statuen, Brunnen, Denkmäler etc. bestehen aus Bronze, der verschiedenartigen Verwendung als Verankerungen, Bolzen und Maschinenbestandtheilen aller Art nicht zu gedenken. Das spezifische Gewicht der Bronze schwankt mit der verschiedenen Zusammensetzung und beträgt z. B. für Glockenmetall 8,7 bis 9,1, für Kanonenmetall 8,8, für Medaillen-Bronze 8,78, für Spiegelmetall 8,6, für Statuen-Bronze 8,4 für Aluminium-Bronze 7,68.

Die Zugfestigkeit ist ebenfalls sehr verschieden; so beträgt sie für Kanonenmetall nach *Rankine* 2530 kg, nach *Uchatius* 2200 kg pro 1 qcm, während Phosphor-Bronze nach *Bauschinger* 3300 kg, nach *Uchatius* bis 5660 kg und ungeglüheter Draht aus Phosphor-Bronze nach *Kirkaldy* bis 11 200 kg pro 1 qcm Zugfestigkeit besitzt. Aluminium-Bronze besitzt nach *Anderjón* eine Zugfestigkeit von 5130 kg und eine Druckfestigkeit von 9280 kg pro 1 qcm. Das amerikanische Maximum-Metall besitzt nach *Thurston* eine Zugfestigkeit von 12 020 kg pro 1 qcm und erleidet dabei eine Verlängerung von 47 bis 51 Procent. Der Elasticitäts-Coefficient beträgt für Glockengut 320 t, für Kanonenmetall 696 t pro 1 qcm.

Die Conservirung und Decorirung der Bronzen wird ähnlich wie bei Messing bewirkt; besonders großes Gewicht legt man auf die Erzeugung einer schönen und fest haftenden Patina, welche durch Behandlung mit schwachen Oxydationsmitteln in grünlicher Farbe bei zinkhaltigen und in bräunlicher Farbe bei bloß zinnhaltigen Bronzen auftritt. Die künstliche Patina wird ähnlich wie beim Kupfer erzeugt.

3. Kapitel.

Aphalt.

Das Bitumen spielt in der Geschichte der Baustoffe eine eigenthümliche Rolle. Von den ältesten Culturvölkern gekannt und als Mörtelmaterial benutzt, war es später ganz in den Hintergrund getreten, und erst die brennende Straßenspflasterungsfrage der neuesten Zeit hat das Material, welches heute Asphalt genannt wird, so sehr in den Vordergrund gebracht, daß die großen Städte sich wetteifernd beilehen, dieses moderne Luxuspflaster einzuführen, und daß die Asphaltindustrie eine noch vor einem Decennium ungeahnte Ausdehnung genommen hat.

Das, was von den Alten und heute noch in der Chemie und Mineralogie als Asphalt, Judenpech oder Erdpech bezeichnet ist, wird in der Technik mit dem Namen Goudron bezeichnet. Asphalt in diesem Sinne ist eine anthracitartig schwarz glänzende Masse mit muscheligen Bruch und dem bekannten Asphaltgeruch, bei niedriger Temperatur bis gegen 20 Grad C. meist anscheinend fest und spröde, darüber bis 40 Grad zähe und fadenziehend-plastisch, bei höherer Temperatur allmählich sich verflüssigend, bezw. schmelzend. Wird Goudron einer Temperatur von über 130 Grad ausgesetzt und nicht über 230 Grad erhitzt, so verflüchtigen sich nur die leichteren Kohlenwasserstoffe, welche wahrscheinlich nur lose an derselben

228.
Asphalt
als Baustoff.

229.
Goudron.