

Wehrbereichs-
Bibliothek VI
München

F
1763
(13)

Grundwissen des Fernmeldedienstes

Band XIII

Werkstoffkunde



Herausgeber: Deutsche Postgewerkschaft – Hauptvorstand

Frankfurt am Main

F1763(13)

~~Vereinnahmt DV-Stelle~~

Blatt 2 Nr. 10

Flugzeugführerschule „A“
Landsberg/Lech

Taschbücherei
post. 5.10.62 Sts.

~~vereinnahmt am~~
17. Mai 1961

~~Fliegerhorstgruppe~~
~~Flugbetriebsstaffel~~

Grundwissen des Fernmeldedienstes

Band XIII

Weckstoffkunde

(1956)

Deutsche Postgewerkschaft – Verlag GmbH.,
Frankfurt (Main), Savignystraße 43

Z





Vorwort

Der vorliegende Band XIII der Reihe „Das Grundwissen des Fernmeldedienstes“ behandelt die Gewinnung und Verarbeitung wichtiger Werkstoffe, die im Fernmeldebau und in fernmeldetechnischen Anlagen Verwendung finden.

In einem besonderen Abschnitt werden die Werkzeuge beschrieben, die der Bearbeitung dieser Werkstoffe dienen. Die Justier- und Spezialwerkzeuge zum Einstellen und Justieren der Schaltglieder in Fernmeldeanlagen werden am Schlusse dieses Abschnittes ebenfalls behandelt.

Möge dieser neue Band von allen Kollegen mit demselben Beifall aufgenommen werden wie die bisher erschienenen Bände.

Frankfurt am Main, im April 1956
Savignystraße 43

Vereinnahme: 8. 12. 68

Bestandsnachweis: L

Hd. Nr. 40 (13)

Flugzeugführerschule "A"
Fachbibliothek

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Grundwissen des Fernmeldedienstes, Werkstoffkunde	
Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis	5
A. Eisen und Stahl	7
Eisenerz	7
Die Eisengewinnung	7
Weißes und graues Roheisen	9
Normung	12
Verwendung des Eisens	12
B. Kupfer und Kupferlegierungen	14
Das Kupfererz	14
Die Kupfergewinnung	15
Verwendung des Kupfers	16
Kupferlegierungen	17
Verwendung der Kupferlegierungen	18
C. Zinn	20
Das Zinnerz	20
Zinngewinnung	21
Verwendung	21
D. Zink	22
Das Zinkerz	22
Die Zinkgewinnung	22
Verwendung	23
E. Das Blei	23
Das Bleierz	23
Die Bleigewinnung	24
Verwendung	24

	Seite
Isolierstoffe	25
Asbest	25
Glas	26
Porzellan	27
Isolierpreßstoffe	27
Papier	29
Gummi	30
Werkstoffe und ihre Eigenarten	31
Die Festigkeitseigenschaften	31
Wärmebehandlung	31
Korrosion	
Schutzmöglichkeiten	32
Lose und feste Verbindungen	32
Werkzeuge	
1. Werkzeuge zum Festspannen und Festhalten	34
2. Werkzeuge zum Trennen der Werkstoffe	37
3. Justierwerkzeuge	38

Werkstoffkunde wird heute mit Recht zum Grundwissen für jedes Fachgebiet der neuzeitlichen Technik gerechnet. Für den Vorwärtstrebenden ist eine allgemeine Kenntnis der wichtigsten Werkstoffe unbedingt erforderlich. Diese Aufsatzreihe soll jedem einen Überblick über die Gewinnung und Verwendungsmöglichkeiten der Werkstoffe geben.

A. Eisen und Stahl

Reines Eisen kommt nur in den Meteorsteinen vor; dagegen sind Eisenverbindungen außerordentlich verbreitet. Eisenreiche Verbindungen, die zur Gewinnung des Metalles führen, nennt man **Eisenerze**.

1. Das Eisenerz

Überall auf der Erde werden Eisenerze in **Erzlagern** oder **Erzflözen** gefunden.

Der Eisengehalt der Erze ist sehr verschieden. Die Güte der Erze ist stark abhängig von den in ihnen befindlichen Beimengungen an Silizium, Phosphor, Schwefel usw. Deutschland besitzt nur wenige Eisenerzlager, so daß es seinen Bedarf nur zu einem Drittel aus eigenen Vorkommen decken kann. Die deutschen Hüttenwerke sind gezwungen, große Mengen Eisenerze aus dem Ausland einzuführen. Die Hauptlieferanten sind Schweden, Luxemburg und Lothringen. Für die Eisengewinnung kommen hauptsächlich folgende vier Erzarten in Betracht:

- a) **Magneteisenstein**. Dieses Erz ist mit einem Eisengehalt von 60 bis 68 Prozent das beste. Die für uns wichtigen Vorkommen werden in Schweden und Norwegen abgebaut.
- b) **Brauneisenstein oder Raseneisenerz**. Der Eisengehalt dieses Erzes schwankt zwischen 20 und 50 Prozent. Es ist das am häufigsten vorkommende Eisenerz. Fundorte sind das Gebiet bei Salzgitter (nördlich Goslar), das Siegerland und der Westerwald. Mit Phosphor durchsetzt, findet man den Brauneisenstein als **Minette** in Luxemburg und Lothringen.
- c) **Roteisenstein** enthält 30 bis 50 Prozent reines Eisen. Fundorte: Siegerland, Harz und Thüringen.
- d) **Spateisenstein** enthält zwischen 30 und 40 Prozent Eisen, ergibt aber wegen seines Mangangehaltes ein hochwertiges Eisen. Dieses Erz wird im Siegerland und in der Steiermark gefördert.

2. Die Eisengewinnung

Das Roheisen wird durch Einschmelzen der Eisenerze im Hochofen (Koks- oder Elektrohochofen) gewonnen (Abb. 1). Nur die besten

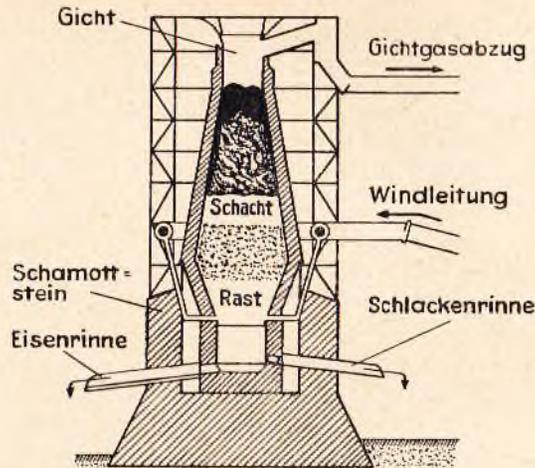


Abb.1

Hochofen im Querschnitt

Eisenerze dürfen ohne besondere Vorbehandlung (Erzaufbereitung) in den Hochofen eingefüllt werden. Dem Spateisenstein z. B. muß vor dem Verfüllen durch Rösten Kohlensäure, Wasser und Schwefel entzogen werden.

Der Hochofen wird von oben abwechselnd mit Koks, Erz und Kalkstein oder Branntkalk beschickt. Der Kalkstein, der als Zuschlag dient, hat die Aufgabe, die erdigen Stoffe und die Koksasche in leichtschmelzende Schlacke zu überführen. Die Schlacke wiederum bindet einen Teil der unerwünschten Beimengungen, z. B. den Schwefel aus den Erzen und dem Koks.

Bei einer Temperatur von etwa 1400°C schmilzt das Erz zu **Roheisen**, sammelt sich im unteren Teil des Hochofens und wird von Zeit zu Zeit abgelassen (Abstich). Das Roheisen wird entweder in Sandrinnen geleitet, wo es zu **Masseln** erstarrt, oder in einen Roheisenmischer gefüllt, um es für weitere Verwendungen flüssig zu halten.

Im Hochofen werden also die im Eisenerz enthaltenen Nichteisenbestandteile vom Eisen getrennt. Diesem Vorgang, der einer Verbrennung gleichkommt, dient der eingefüllte Koks. Weiter ist zur Verbrennung Luft-Sauerstoff nötig. Durch die in Abb. 1 dargestellte Windleitung wird dem Hochofen durch ein Gebläse die in besonderen Apparaten erhitzte Verbrennungsluft zugeführt. Infolge der für die Verbrennung der fremden Bestandteile erforderlichen Beigabe von Koks enthält das Roheisen ziemlich viel Kohlenstoff, und zwar ungefähr 3 Prozent.

Je nach der Art der Erze und der in ihnen enthaltenen Beimengungen (Mangan, Silizium, Kohlenstoff usw.) werden zwei Arten von Roheisen mit verschiedenen Eigenschaften gewonnen.

Weißes und graues Roheisen

Im **weißen** Roheisen ist der Kohlenstoff chemisch gebunden (die Bruchfläche ist weiß). Es dient zur Herstellung von schmiedbarem Eisen und Stahl.

Im **grauen** Roheisen ist der Kohlenstoffgehalt als Graphit ausgeschieden (Bruchfläche grau).

Graues Roheisen wird zur Herstellung von Gußwaren verwendet. Gegossen werden Maschinenteile aller Art, wie Gehäuse, Ständer, Schwungräder, Zylinder, Hebel usw. Kleinere Maschinenteile, aus weißem Roheisen gegossen, können durch längeres Glühen mit Roteisenstein (1000°) in schmiedbares Eisen umgewandelt werden (**Temperguß**).

Roheisen kann ohne weitere Behandlung nur als Gußeisen verwendet werden. Um es den vielseitigen Anforderungen anzupassen, muß das Material hochwertig gemacht werden, d. h. man muß seine Festigkeit steigern, man muß es **schmied-** und **härtbar** machen. Dazu wird es veredelt. Diese Veredlung (**Frischen**) beruht auf der Entfernung der Roheisenbeimengungen durch eine chemische Verbindung dieser Stoffe mit Sauerstoff, d. h. ein Teil der Fremdstoffe (Kohlenstoff, Mangan, Silizium usw.) wird verbrannt. Das Produkt des Verfahrens heißt **Stahl**.

Dieser Prozeß ist nur bei starker Erhitzung des Roheisens möglich. Bleibt das Roheisen hierbei unter seinem Schmelzpunkt (Masse während der Verarbeitung teigig), heißt das Produkt **Schweißstahl**. Beim **Flußstahl** wird der Schmelzpunkt des Roheisens überschritten (Masse flüssig). **Schweißstahl** wird in Deutschland in geringen Mengen nach dem Puddelverfahren hergestellt. Bei diesem Verfahren streichen die Flammen im Ofen über das Eisen und erweichen es. Hierbei verbrennen unter ständigem Umrühren (Puddeln) des hitzeerweichten Eisens Silizium, Mangan und Kohlenstoff. Der in diesem Arbeitsgang hergestellte Schweißstahl läßt sich gut schmieden und schweißen. Er eignet sich besonders gut für Kunstschlosser- und Schmiedearbeiten.

Die meisten Eisenerzeugnisse bestehen aus **Flußstahl**. Bei der Erzeugung von Flußstahl wird Roheisen durch Entzug von Kohlenstoff in Stahl verwandelt. In den Hüttenwerken werden folgende Verfahren angewendet:

- Bessemer-Verfahren.** Hierbei wird Roheisen in ein birnenförmiges Gefäß, die Bessemerbirne, in waagerechter Lage eingefüllt. Das Gefäß wird dann senkrecht gestellt und dabei Luft durch das Roh-

eisen geblasen. Hierbei verbrennen die Fremdstoffe und der Kohlenstoff (bis auf einen für den Verwendungszweck des Stahls gewünschten Prozentsatz). Bei diesem Verfahren kann nur phosphorarmes Roheisen verwendet werden (Abb. 2).

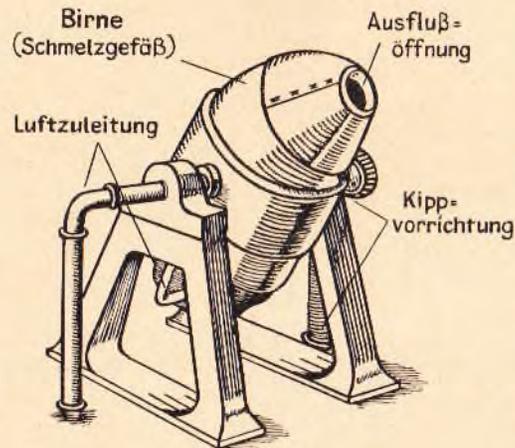


Abb. 2

Bessemerbirne

- b) **Thomas-Verfahren.** Es dient der Erzeugung von Stahl aus phosphorhaltigem Roheisen (aus Minetteerz gewonnen). Bei diesem Verfahren wird ebenfalls ein birnenförmiges Gefäß, die Thomasbirne, verwendet. Außer dem Roheisen wird Kalk eingefüllt, der sich mit dem Phosphor zu Phosphat verbindet (Thomasmehl) und ein wertvolles Düngemittel ergibt.
- c) **Siemens-Martin-Verfahren.** Dabei verwendet man flache, muldenförmige Öfen, die mit Roheisen und Eisenschrott beschickt werden. Bei sehr hohen Temperaturen verbrennen die Beimengungen und der Kohlenstoff. Eisen und Schrott werden in die Mulde (a in Abb. 3) eingefüllt. Die übrigen Kammern des Siemens-Martin-Ofens dienen der Erhitzung der beiden zur Verbrennung erforderlichen Stoffe Gas und Luft.

Zur Herstellung besonders hochwertigen Stahls dient das Tiegeltahl- oder Gußstahlverfahren. Hierbei wird Rohstahl in Tiegeln umgeschmolzen. Die Wandung des Tiegels besteht aus Graphit und Ton. Die hochwertigsten Stähle werden in Elektro-Öfen bei sehr

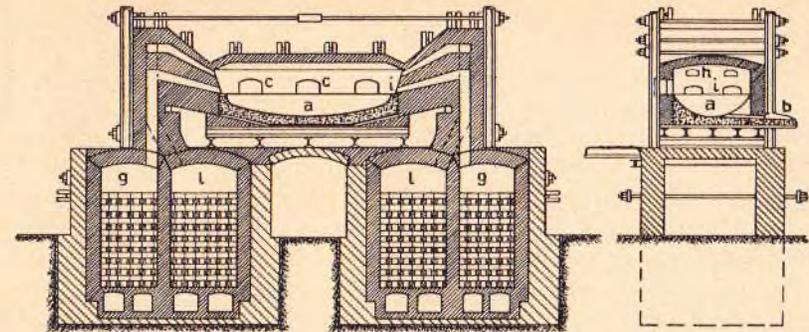


Abb. 3

Siemens - Martin - Ofen

a Herd, b Abstichrinne, c Einsatzöffnungen, h Lufteintritt, i Gaseintritt, g Heizkammern für Gas, l für Luft.

hohen Temperaturen gewonnen. Durch besondere Zusätze, z. B. Chrom oder Nickel, erhält man legierten Stahl oder Edelstahl.

Eine Übersicht der Eisen- und Stahlarten gibt folgende Zusammenstellung:

Roheisen: Mehr als 1,7% (meistens rund 3%) Kohlenstoff. Schmelzpunkt 1100°; plötzlich schmelzend, daher nicht schmiedbar, spröde.

1. Graues Roheisen oder Gußeisen, wird für Gußwaren verwendet.
2. Weißes Roheisen. Noch spröder als graues Roheisen. Ausgangsmaterial für schmiedbares Eisen und Temperguß.

Schmiedbares Eisen: Weniger als 1,7% (meistens 0,05 bis 1,5%) Kohlenstoff. Schmelzpunkt 1400 bis 1500°. Allmählich erweichend, daher schmied- und schweißbar, nicht spröde.

1. **Stahl.** Meistens 0,5 bis 1,5% Kohlenstoff, härtbar.
 - a) **Flußstahl.** Flüssig erhalten (Bessemer-, Thomasbirne, Martin- oder Tiegelöfen), schlackenfrei.
 - b) **Schweißstahl.** Im teigigen Zustand gewonnen (Puddelverfahren), schlackenhaltig.
2. **Schmiedeeisen.** Kohlenstoffarmer Stahl (unter 0,5%), nicht härtbar.
 - a) Flußeisen,
 - b) Schweiß Eisen.

Die Eigenschaften des technischen Eisens werden in erster Linie durch seinen Kohlenstoffgehalt bestimmt. Liegt der Kohlenstoffgehalt unter 1,7%, so spricht man von Schmiedeeisen und Stahl.

Da es praktisch unmöglich ist, eine scharfe Grenze zwischen „schmiedbarem Eisen“ und „Stahl“ zu ziehen, hat der Deutsche

Normenausschuß (DNA) bestimmt, **jedes schmiedbare Eisen als Stahl zu bezeichnen.**

Die üblichen Handelsbezeichnungen für bestimmte Stahlerzeugnisse sollen durch diesen Beschluß nicht berührt werden. Es ist zulässig, von Winkeleisen, T-Eisen, Schraubeneisen, Nieteisen, Eisenblech usw. zu sprechen, auch wenn der Werkstoff Flußstahl oder Schweißstahl ist.

Der flüssige Stahl wird in Blöcke gegossen, die in glühendem Zustand dem Walzwerk zugeführt werden. Diese Anlage dient zur Herstellung von Profileisen.

Zur Formgebung verwendet man Walzen aus Hartguß oder Flußstahl. Diese sind in einem eisernen Ständer (Walzengerüst) gelagert. In die Walzen sind rundumlaufende Nuten (Kaliber) geschnitten, deren Querschnitt den gewünschten Profilen entspricht.

3. Normung

Da die einzelnen Stahl- und Roheisensorten bestimmte Eigenschaften (Zug- und Druckfestigkeit, Härte usw.) besitzen, ist auch ihre Verwendungsmöglichkeit verschieden. Um eine Ordnung in die Vielfalt der Eisen- und Stahlsorten zu bringen, ist man dazu übergegangen, ganz bestimmte Eisenverbindungen einheitlich zu gestalten und hat sie genormt. Die Güte und Beschaffenheit des Werkstoffes ist in DIN-Blättern (**D**eutsche **I**ndustrie-**N**ormen) als Handels- oder Markenbezeichnung festgelegt. Normblätter für Stahl und Eisen haben die Nummern 1600 bis 1699.

Für die Kennzeichnung des Materials bedient man sich der Kurzzeichen, wie Ge für Gußeisen, Te für Temperguß, St für Flußstahl und Stg für Stahlguß.

Da ferner bei der Markenbezeichnung gleichzeitig auch die Mindestzugfestigkeit angegeben ist, ergeben sich Bezeichnungen, wie St 34.13 oder Stg 50.81.

Unter Stg 50.81 versteht man: Werkstoff Stahlguß; das Material hat eine Mindestzugfestigkeit von **50 kg/mm²**, weitere Eigenschaften sind im Normblatt Din **1681** zu finden.

Die Zusammensetzung des Materials bestimmt nicht nur die Güte, auch das Gewicht wird davon weitgehend beeinflusst.

Das spezifische Gewicht (Einheitsgewicht) der verschiedenen Eisen- und Stahlsorten liegt zwischen 7,1 und 7,85 g pro ccm.

4. Verwendung des Eisens

Die verschiedenen Eisensorten erlauben in der Fernmeldetechnik vielseitige Verwendungsmöglichkeit. Eisen- und Stahlbleche sowie Profileisen, Stahldrähte, Bandstähle, Gußteile und Werkzeuge sind

Erzeugnisse aus Roheisen. Die Werkzeuge bestehen aus hochwertigem Flußstahl. Schraubenschlüssel, Brenner-, Schnabel- und Flachzangen, Schraubenzieher, Blech- und Baumscheren bestehen z. B. aus Flußstahl. Das Material für Schraubenzieher und Schraubenschlüssel kann auch legierter Stahl (z. B. Chrom-Vanadium) sein. Steinbohrer und Meißel wiederum sind aus Werkzeugstahl (gehärtet und angelassen). Bei der Metallsäge bestehen Bügel, Schrauben und Muttern aus Flußstahl, die Metallsägeblätter sind aus Tiegelstahl gefertigt.

Werden Werkzeuge stark beansprucht, so muß der Werkstoff hochwertig sein; darum ist das Beil z. B. aus Stahlguß, der Hammer aus Flußstahl.

Beim Bau der Fernmeldelinien finden hauptsächlich gewöhnliche Flußstahlerzeugnisse Verwendung: Mastfüße aus Doppel-T-Eisen, Querträger aus U-Eisen, Stützen in verschiedenen Ausführungen, Ankerschellen, Bolzen und Vorlegeplatten, Ziehbänder und Spannschlösser sowie Tragseile, Stahldrähte, Bandstahl usw. Neuerdings wird sogar für neu herzustellende Anschlußfreileitungen stark verzinkter Stahldraht von 2 bis 3 mm Durchmesser an Stelle von Bronzedraht benutzt, bei gleichzeitiger Verwendung von Stahlbinde-draht (1,5; 1,7 und 2 mm).

B. Kupfer und Kupferlegierungen

Kupfer und Legierungen aus Kupfer wurden schon in vorgeschichtlicher Zeit, der sogenannten Bronzezeit, verarbeitet. Man hatte schon frühzeitig das Kupfer und seinen Wert erkannt und fertigte Gebrauchsgegenstände und Waffen aus **Bronze**, einer Legierung, deren wesentlichste Bestandteile Kupfer und Zinn sind.

Wie das Eisen, wird auch Kupfer in der Erde gefunden. Außer geringen Mengen in Deutschland gibt es besonders reiche Lager in Nordamerika, wo das Kupfer sogar in **gediegenem**, also in reinem Zustand vorkommt. Dort findet man Stücke bis über 1000 t Gewicht. Derartige Fundorte sind jedoch eine Seltenheit, und man verarbeitet deshalb die in größeren Mengen auftretenden Kupfererze.

1. Das Kupfererz

Die wichtigsten Kupfererze, die zur Verarbeitung gelangen, sind:

- Kupferkies** mit einem Kupfergehalt von rund 35 %.
Fundorte sind Schweden, Norwegen, Spanien, der Ural, Nord- und Südamerika und in Deutschland der Mansfelder Gebirgskreis, der Harz und das Siegerland.
- Kupferglanz** mit rund 80 % Kupfer. Er wird bei Mansfeld und im Siegerland, ferner im Ural, in England und Nordamerika gefunden.
- Malachit** enthält rund 57 % Kupfer und wird im Harz, Siegerland und Ural, in Australien und in Nord- und Südamerika gefunden.
- Kupferschiefer** mit 2 bis 3 % Kupfer wird in Mansfeld gefunden.

In Deutschland werden Kupfererze besonders bei Goslar und in der Mansfelder Mulde bei Eisleben abgebaut. Hier bildet der schwarze **Kupferschiefer** ein etwa $\frac{1}{2}$ m mächtiges Flöz. Der Erzgehalt dieses Kupferschiefers ist sehr gering. Der Abbau kann aber dadurch wirtschaftlicher gehalten werden, daß in den Erzen neben dem Kupfer noch Schwefel, Eisen, Zinn, Antimon, Blei, Nickel, Silber und Gold als Beimengungen enthalten sind. Hiervon werden die beiden Letzgenannten wegen ihres hohen Wertes stets nebenher gewonnen, auch wenn sie nur in ganz geringen Mengen auftreten.

Deutschland muß große Mengen Kupfer aus dem Ausland einführen. Die hauptsächlichsten Kupferproduzenten sind Nord- und Südamerika, Spanien und Südafrika.

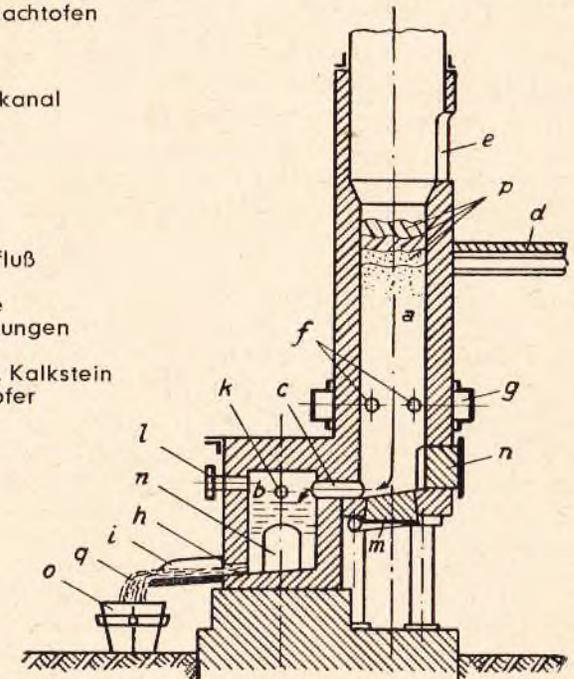
2. Die Kupfergewinnung

Die Verarbeitung der Kupfererze zu Kupfer ist infolge der Verschiedenheit der Erze und deren Beimengungen sehr mannigfaltig und kompliziert.

Beim trockenen Verfahren, das am meisten angewandt wird, werden die Erze zunächst geröstet, d. h. erhitzt. Dabei entweicht bei etwa 114° C Schwefel. Die Schwefeldämpfe werden aufgefangen und dienen zur Schwefelsäureherstellung. Nachfolgendes Schmelzen in Schacht- oder Flammöfen beseitigt das dem Erz anhaftende Gestein (Abb. 4). Das Produkt dieses ersten Schmelzvorganges heißt Roh-

Abb. 4 Gießerei Schachtofen

- a Schacht
- b Vorherd
- c Verbindungskanal
- d Gichtbühne
- e Beschicktür
- f Winddüsen
- g Windmantel
- h Abstichloch
- i Abflußrinne
- k Schlackenabfluß
- l Schauloch
- m Bodenklappe
- n Einsteigeöffnungen
- o Gießpfanne
- p Koks, Kupfer, Kalkstein
- q flüssiges Kupfer



kupfer oder Rohstein und ist stark schwefelhaltig. Mehrfaches Rösten und Schmelzen ergibt Hütten- oder Schwarzkupfer mit einem Kupfergehalt von 99,0 bis 99,8 %.

Auf elektrolytischem Wege kann dieses Schwarzkupfer noch verfeinert oder raffiniert (gereinigt) werden. Dazu wird das Kupfer zu Platten gegossen. Diese hängt man in eine Lösung von Kupfervitriol und Schwefelsäure. Zwischen je zwei Schwarzkupferplatten bringt man ein dünnes Blech aus reinem Kupfer. Den Pluspol einer Gleich-

stromquelle legt man an die Schwarzkupferplatten, während der Minuspol an dem Kupferblech befestigt wird. Der Strom löst nun das Schwarzkupfer auf und scheidet es als chemisch reines Kupfer (Elektrolytkupfer 99,98 %) auf dem Kupferblech ab, während die Verunreinigungen als Anodenschlamm zu Boden sinken. Dieser Schlamm wird oft weiterverarbeitet, da er noch geringe Mengen Gold und Silber enthält.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch auf das nasse Verfahren hingewiesen. Es ermöglicht das Auslaugen von weniger kupferhaltigen Erzen. In gemauerte Behälter bringt man Kupfererze und kleine Blechstücke und gießt verdünnte, eisenhaltige Salzsäure darauf. Im Laufe von etwa zwei Jahren sind die Erze ausgelaugt. Das Kupfer (**Zementkupfer**) hat sich an den Blechblättchen abgesetzt und kann nun abgeschabt und raffiniert werden.

3. Verwendung des Kupfers

Trotz seiner geringen Festigkeit ist Kupfer sehr wetterbeständig. In feuchter Luft überzieht es sich mit einer dünnen Schutzschicht, der sogenannten **Patina**. Diese grüngefärbte Oxydschicht hat den Vorteil, daß sie das Metall vor weiteren Berührungen mit der Luft schützt. Kupfer ist widerstandsfähig gegen Feuer (Schmelzpunkt 1080°), es läßt sich löten und schweißen, ist dehnbar und elastisch in kaltem und warmem Zustand, läßt sich pressen, ziehen und walzen.

Die große Bedeutung des Kupfers für die Elektrotechnik im allgemeinen und besonders für die FM-Technik liegt darin, daß es neben dem Silber den geringsten elektrischen Widerstand aufweist. Das gilt jedoch nur für Elektrolytkupfer; denn schon die geringsten Verunreinigungen im Kupfer beeinträchtigen seine Leitfähigkeit. In der FM-Technik wird das Kupfer vielseitig angewendet, z. B. für Schalthebel, Starkstromschienen, Gleichrichter in Stromversorgungsanlagen, Kabeladern, Verdrahtungen in Fernmeldeapparaten, Litzen- und Leitungsdraht und für Relais in verschiedenen Ausführungen. Bei letzteren bestehen der Mantel, der galvanische Überzug sowie der aufgewickelte Spulendraht aus Kupfer. Auch die Lötkolbenspitzen sind aus Hüttenkupfer hergestellt; denn Kupfer ist nicht nur hitzebeständig, sondern hat auch eine hohe **Wärmeleitfähigkeit**.

Für die Herstellung von Leitungsdraht nimmt man, je nach dem gewünschten Verwendungszweck, Kupfer oder Kupferlegierungen. Die Leitungen in den Orts- und Fernämtern werden in sogenannten Innenkabeln (Lack-Papierkabeln) geführt. Die einzelnen Adern dieser Kabel bestehen aus geglühtem, weichgezogenem Kupferdraht von 0,6 mm oder 1,0 mm Durchmesser ($\rho = 0,017$). Soll das Kupfer zur

Herstellung von Freileitungsdraht (Hartkupferdraht) verarbeitet werden, dann muß die an sich geringe Festigkeit des Kupfers wesentlich erhöht werden. Das zu verarbeitende Kupfer erhält in diesem Falle einen geringen Zusatz von Silizium¹⁾ und wird anschließend in kaltem Zustand durch **Zieheisen** geformt, d. h. hart gezogen (Abb. 5 und 6).

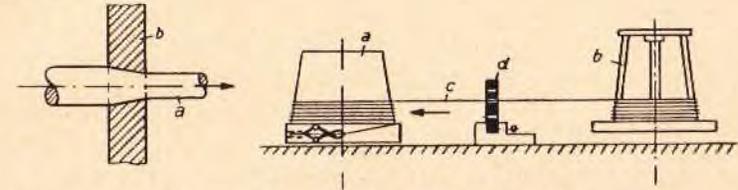


Abb. 5 Ziehen von Draht

a Draht b Ziehmatrize
(Zieheisen)

Abb. 6 Schema einer Leierbank

a Ziehtrommel (angetrieben) b Drahtspindel
c Draht d Ziehmatrize (Zieheisen)

Während bei weichgezogenem Kupferdraht die Zugfestigkeit 20 kg/mm² beträgt, hat Hartkupferdraht eine solche von 45 kg/mm².

Hartkupferdraht wird bei Freileitungen mit einem Mindestdurchmesser von 3 mm verwendet ($\rho = 0,018$)²⁾. Wenn bei besonders beanspruchten Leitungen die Festigkeit des Hartkupferdrahtes nicht ausreicht, so müssen härtere Legierungen (Leitungsbronzen) verwendet werden.

4. Kupferlegierungen

Kupfer nimmt im geschmolzenen Zustand Luft auf und gibt sie beim Erkalten wieder ab. Dies hat zur Folge, daß Kupfer nicht durch Gießen verarbeitet werden kann (Guß wäre blasig). Um jedoch gewisse Eigenschaften, wie Schmelzbarkeit, Härte, Zähigkeit u. a., zu erzielen und Kupfer für Gießzwecke verwenden zu können, verbindet man mehrere Metalle im flüssigen Zustand miteinander. Eine derartige Verbindung heißt **Legierung**.

Die Bezeichnungen dieser Kupferlegierungen sind je nach dem Kupfergehalt und den Beimengungen verschieden. Besitzen die Legierungen einen Kupfergehalt von mindestens 78%, so bezeichnet man sie als **Bronzen**. Je nach Art der Beimengungen heißen sie **Zinnbronzen** (78% Kupfer, der Rest ist Zinn) oder **Phosphorbronzen** (Bestandteile wie bei Zinnbronzen mit einigen Zehntelprozenten Phosphor).

¹⁾ Silizium ist ein Grundstoff, der in der Natur nicht frei vorkommt, aber als Si-Verbindungen, wie Quarzsand, Glimmer, Ton usw., weitverbreitet ist. Silizium ist entweder ein dunkelbraunes Pulver oder bildet dunkle, metallglänzende Blättchen.

²⁾ Der spezifische Widerstand ist gegenüber Weichkupfer also schlechter geworden. Wir ziehen daraus die Lehre, daß bei Festigkeitssteigerung die Leitfähigkeit sinkt.

Die Beimengung braucht jedoch nicht nur Zinn zu sein, um die Legierungen noch als Bronze bezeichnen zu können. Meist enthalten Kupferverbindungen als Hauptzuschlag auch Aluminium, Nickel oder Silizium. Diese Legierungen heißen **Sonderbronzen** (Aluminiumbronze, Nickelbronze, Siliziumbronze). Sonderbronzen werden auch nach ihrem Verwendungszweck benannt, z. B. Leitungsbronzen, Glockenbronzen usw.

Kupferlegierungen, die 30—40% Zink enthalten, heißen **Messing**; solche mit 10—30% Zinkgehalt **Tombak**. Legierungen von Kupfer, Zinn, Zink und Blei bezeichnet man als **Rotguß**, diejenigen von Kupfer, Zink und Nickel als **Neusilber**.

Weitere Kupfer-Zink-Legierungen sind noch die **Hart-** oder **Schlaglote**. Benutzt werden sie zum Löten von Kupferlegierungen und Stahl. Da die Schmelzpunkte der zu lötenden Metalle verschieden sind (Kupfer 1080°, Bronze 900°, Messing 1000°), muß auch der Schmelzpunkt der Lote dementsprechend abgestimmt sein. Eine Erniedrigung des Schmelzpunktes erzielt man durch höheren Zinkgehalt.

Häufig wird den Schlagloten noch Silber (4—45%) zugesetzt, man spricht dann von **Silberlot**.

5. Verwendung der Kupferlegierungen

Aus den Eigenarten der Kupferverbindungen ergeben sich viele Verwendungsmöglichkeiten für die FM-Technik. Besonders ist man bestrebt, größte Betriebssicherheit zu erlangen. Es ist eine zwingende Notwendigkeit, Bau- und Schaltelemente von größter Haltbarkeit zu verwenden, gleichzeitig soll aber der Energieverlust gering sein. So finden wir in den FM-Betrieben Wähler mit ihren Schleiffedern und Schaltarmsätzen, Relais mit den verschiedenartigen Kontaktfedern, die entweder aus Phosphorbronze, Tombak, Messing oder Neusilber bestehen. Bei Handvermittlungen sind die Schnurstöpsel und Klinkenstreifen sowie Sicherungsstreifen, Rufstromerzeuger, Schrauben, Klemmen usw. aus Kupfer und seinen Legierungen hergestellt.

Abschließend sei noch auf die Verwendung von Leitungsbronze hingewiesen.

Wie oben ausgeführt, legiert man Kupfer, um eine größere Festigkeit zu erzielen. Dies geschieht trotz der dadurch geringer werdenden Leitfähigkeit. Da der Fernmeldetechnik nur damit gedient ist, daß wir neben der hohen Festigkeit einen geringen Leitungswiderstand behalten, muß das Leitungsmaterial überwiegend aus reinem Kupfer bestehen. Das ist bei der Leitungsbronze der Fall, die 97—99,9%

Kupfer und nur geringe Beimengungen von Zinn, Magnesium¹⁾, Silizium oder Kadmium²⁾ enthält.

Hier einige Beispiele:

- Leitungsbronze 2 mm Durchmesser, als Ersatz für 3 mm Hartkupferleitung für Fälle größter Zugfestigkeit. Legierung besteht aus 99,9% Kupfer und 0,1% Magnesium. Zugfestigkeit = 50 kg/mm², spezifischer Widerstand = 0,020;
- Leitungsbronze 1,5 mm Durchmesser, als Ersatz für kurze Hartkupferleitungen in Rauhreifgebieten. Die Legierung besteht aus 99,2% Kupfer und 0,8% Magnesium. Zugfestigkeit = 60 kg/mm², spezifischer Widerstand = 0,028;
- Leitungsbronze 2 mm Durchmesser, für große Spannweiten. Legierung besteht aus 97,6% Kupfer und 2,4% Zinn. Zugfestigkeit = 70 kg/mm², spezifischer Widerstand = 0,053.

¹⁾ Magnesium ist ein silberweißes Leichtmetall (Grundstoff)

²⁾ Kadmium ist ein Metall (ebenfalls ein Grundstoff).

Aus der Reihe der Nichteisenmetalle sollen nunmehr diejenigen Schwermetalle (spezifisches Gewicht über 5) behandelt werden, die in den gebräuchlichsten Kupferlegierungen enthalten sind, das **Zinn** und das **Zink**. Ferner sei noch auf das **Blei** hingewiesen, das ebenfalls als Legierungsmetall benutzt wird und wegen seiner vielseitigen Verwendung in der FM-Technik eine bevorzugte Stellung einnimmt.

C. Zinn

Bereits vor 4000 Jahren war den Chinesen die Bronze und somit auch das Zinn bekannt. Das Zinn selbst wurde im Mittelalter zur Herstellung von Tellern, Krügen und anderen Hausgeräten bevorzugt. Dieses Zinngeschirr ist noch heute die Zierde mancher Haushalte und Museen. Man hat also schon frühzeitig erkannt, daß Zinn gegenüber Zink, Kupfer, Blei und anderen Metallen keine gesundheitsschädigenden Eigenschaften besitzt. Interessant ist jedoch eine recht merkwürdige Erscheinung, die man an Zinngeräten festgestellt hat. Obwohl Zinn beständig ist gegen feuchte Luft und verdünnte Säure, zerfällt es u. U. bei Temperaturen unter -18°C zu einer grauen, pulverförmigen Masse. Diese Umwandlung geht allerdings sehr langsam vor sich, sie ist durch Berührung eines Zinnstückes mit einem anderen übertragbar und wird **Zinnpest** genannt. Heute sind an Stelle der Zinngeräte solche aus Ton, Porzellan, Glas, Nickel und Aluminium getreten; Deutschland hat nur noch geringe Zinnvorkommen und muß Zinn überwiegend aus dem Ausland als Blockzinn oder Zinnerz einführen.

1. Das Zinnerz

In der Natur wird Zinn ausschließlich als Erz gefunden. Zinnerze, die zur Verarbeitung gelangen, sind:

- a) **Zinnstein** oder **Kassiterit** ist mit einem Zinngehalt von rund 79% das wichtigste Zinnerz. Zinnstein, allgemein auch Bergzinn genannt, wird im Bergbau gewonnen.
- b) **Seifenzinn, Waschzinn, Zinnsand**. Der Zinngehalt beträgt 1–2%. Unter Seifen versteht man Ablagerungsstätten, in unserem Falle Zinnansammlungen, die dadurch entstanden sind, daß Erz und Nebengestein von den Talhängen weggespült und auf dem Talboden abgelagert wurden (Geröll in Flußläufen). Das fließende Wasser hat die Gesteinstrümmer allmählich weggespült, das schwere Erz aber liegenlassen. Diese Zinnerze werden in Deutschland im Erzgebirge abgebaut. Zunächst **Seifenzinn**, später auch **Zinnstein** bei gleichzeitiger Gewinnung von Blei, Silber, Kobalt, Nickel und Uran.

Jedoch ist der Zinnreichtum, nachdem man das Zinn etwa 300 Jahre intensiv abgebaut hat, bereits erschöpft. Neben den geringen Zinnerzvorkommen im Südwesten Englands (Halbinsel Cornwall) sind heute Hinterindien und Südamerika (Bolivien) die hauptsächlichsten Zinngebiete. Ein ganz bekanntes Zinn ist das **Banka-Zinn** (Hinterindien).

2. Zinngewinnung

Bevor das Zinnerz zur Einschmelzung gelangt, wird es gereinigt. Die fremden Bestandteile, auch leichtere Gesteinsarten, werden durch Waschen beseitigt, der Reinigungsvorgang wird daher **nasse Aufbereitung** genannt. Anschließendes Rösten in Schacht- oder Flammöfen (siehe Werkstoffkunde Bild 4) und nachfolgendes Glühen in Kohle ergibt **Rohzinn** mit einem Zinngehalt von etwa 97%. Durch nochmaliges Rösten und Umschmelzen (Saigern) erhält man **Reinzinn**, das etwa 99,7% Zinn enthält.

Zinn ist silberweiß glänzend, weich und geschmeidig, es knirscht beim Biegen (Zinngeschrei), ist sehr dehnbar, so daß es sich gut auswalzen läßt. Der Schmelzpunkt liegt bei 232°C , das spezifische Gewicht ist 7,3.

3. Verwendung

Für technische Zwecke findet Zinn Verwendung in Legierungen und als Schutzüberzug anderer Metalle. Weißblech z. B. ist Eisenblech, das im Tauchverfahren mit einem Zinnüberzug versehen wurde, um gegen atmosphärische und besonders gegen chemische Beanspruchung geschützt zu sein. In früheren Jahren benutzte man noch die papierdünnen, bis zu 0,1 mm Stärke ausgewalzten Zinnbleche (Stanniol) zur Herstellung von Kondensatoren, heute verwendet man dafür Aluminiumfolie.

In weitaus größerem Umfang findet das Zinn als Legierungsmetall Verwendung. Die bekannteste Metallverbindung ist die Bronze, bestehend aus Kupfer und Zinn. Als ausgesprochene Zinnlegierung ist das Weißmetall anzusehen, das bis zu 90% Zinn enthält und in Verbindung mit Antimon, Blei und Kupfer zu Lagermetall verarbeitet wird. Zinn mit Blei legiert (25–90% Zinn, der Rest Blei) finden wir noch in der Verwendung als Bleizinnlote, auch Schnell- oder Weichlote genannt. Ihr Schmelzpunkt liegt unter 300°C , im Gegensatz zu den Hart- oder Schlagloten aus Messing oder Neusilber mit einem Schmelzpunkt über 500°C . Einen sehr niedrigen Schmelzpunkt (60°C) hat die unter dem Namen **Woods-Metall** bekannte Legierung von 25% Blei, 50% Wismut, 12,5% Zinn und 12,5% Kadmium. Dieses Metall wird zur Herstellung von Rücklötsicherungen benutzt.

D. Zink

Im Gegensatz zu Zinn war Zink im Altertum unbekannt. Erst im 16. Jahrhundert wurde man auf dieses Metall aufmerksam, und zwar beim Einschmelzen zinkhaltiger Eisenerze. Während des Schmelzvorganges bildete sich an den kühleren Schmelzofenteilen eine steinige, zackige Kruste. An dieser erkannte man, daß in den Erzen noch ein Metall enthalten war, und nannte es seinem Aussehen nach Zinken. Später ist dann aus jener Bezeichnung der heutige Name des Metalls entstanden.

In der Natur kommt Zink nie in reinem Zustande vor. Zink findet man in Verbindung mit Schwefel oder Kohlensäure als Zinkerz, häufig auch in Gesellschaft von Eisen.

1. Zinkerz

Die wichtigsten Zinkerze, die für die Zinkgewinnung verarbeitet werden, sind:

- a) **Zinkblende**, eine Zink-Schwefel-Verbindung mit rund 67% Zinkgehalt.
- b) **Zinkspat**, auch **Galmei** genannt, eine Mischung von Zink und Kohlensäure mit etwa 52% Zink. Fundorte für Zinkspat und Zinkblende sind: der Harz, das Erzgebirge, Westfalen und das Rheinland, sodann Schlesien, Frankreich und Nordamerika.

Neben diesen beiden Hauptzinkerzen, Zinkblende und Zinkspat, gelangen noch die im Aachener Bezirk gewonnenen **Kieselzinkerze** zur Verarbeitung.

Deutschland hat mit dem Verlust von Oberschlesien weit über die Hälfte seiner Zinkerzvorkommen eingebüßt. Während die deutschen Hüttenwerke in früheren Jahren ihren Zinkbedarf aus der eigenen Zinkproduktion decken konnten, müssen sie heute das Zink aus dem Ausland einführen. Diesem Zinkerzmangel sucht man durch rationelle Verarbeitungsmethoden, d. h. durch restlose Ausnutzung der heimischen Erze zu begegnen.

2. Die Zinkgewinnung

Zinkerze, die zur Verarbeitung gelangen, werden zunächst gereinigt. Anschließendes Rösten in Schacht- oder Flammöfen befreit die Erze von Schwefel und Kohlensäure. Das so gereinigte Röstgut wird nun zerkleinert, mit Koks- oder Braunkohle gemischt und zu Briketts gepreßt. In geschlossenen, feuerfesten Tonröhren (**Muffeln**) werden diese Briketts geglüht, dabei schmilzt das Zink bei etwa 420° C. Bei einer Steigerung der Temperatur verdampft das Zink bei annähernd 950° C und setzt sich an den kälteren Teilen des geschlossenen Schmelzofens (**Muffelofen**) als Zinkstaub ab; z. T. sammelt es sich auch flüssig in den aus Blech bestehenden Vorlagen an. Das Produkt dieses Destillationsvorganges heißt Rohzink mit einem Zinkgehalt von

97,5%. Durch Umschmelzen im Flammofen gewinnt man Raffinadezink, das etwa 99% Zink enthält. Feinzink mit einem Zinkgehalt um 99,99% wird durch nochmaliges Destillieren von Rohzink oder auf elektrolytischem Wege gewonnen.

Reines Zink ist ein bläulichweißglänzendes Metall. Es ist sehr spröde, läßt sich jedoch bei einer Temperatur von 100 bis 150° C gut verarbeiten (hämmern und auswalzen). Zink ist in trockener Luft sehr beständig, in feuchter Luft dagegen wird es von der Kohlensäure der Luft angegriffen. Die sich bildende Oxydschicht wirkt gleichzeitig als Schutzschicht und verhindert so eine weitere Zerstörung. Das spezifische Gewicht beträgt 7,1.

3. Verwendung

Zink hat in seiner Verwendung gewisse Ähnlichkeit mit Zinn. Beide bilden mit Kupfer wichtige Legierungen. Vor allem wird Zink dazu benutzt, Eisenbleche und Eisendrähte gegen atmosphärische Beanspruchungen mit einem Schutzüberzug zu versehen. Verzinkt werden z. B. Stahldrähte für Anschlußfreileitungen und die entsprechenden Stahlbindedrähte (an Stelle von Bronzedrähten), Tragseile, Drahtseilklemmen, Kauschen, Spannschlösser, Schmutzfänger für Kabelschächte usw. Aber auch reines Zink findet Verwendung als gezogener Draht, Zinkfolie und stärkere Zinkbleche. Letztere werden besonders zur Herstellung von Eimern, Wannen, Dachrinnen und Dachbekleidungen und der in der FM-Technik gebräuchlichen galvanischen Elemente (Taschenlampen- und Anodenbatterien für Meßinstrumente, Trockenelemente für OB-Fernsprechapparate) verwendet.

E. Das Blei

Neben Zinn und Zink interessiert noch besonders ein Metall, welches weicher ist als Zinn, dafür aber ein bedeutend höheres Eigengewicht (spezifisches Gewicht) aufzuweisen hat, das **Blei**. Dieses Metall war im Altertum zwar bekannt, wurde aber wegen seiner Weichheit sehr wenig verwendet.

Blei kommt in der Natur nicht rein vor. Es werden **Bleierze** in großen Lagerstätten auf der Erde gefunden.

1. Das Bleierz

Ähnlich wie die meisten Kupfererze, findet man Bleierze oft in Form von Schwefelverbindungen.

Das weitaus wichtigste Erz, das zur Verarbeitung gelangt, ist **Bleiglanz**, eine Blei-Schwefel-Verbindung mit einem Bleigehalt von etwa 87%. Da er meist nicht rein, sondern mit Silber vermischt vorkommt, ist er auch ein wichtiges Silbererz. Bleiglanz findet man besonders in Deutschland (Harz, Eifel, Siegerland, Erzgebirge), England, Spanien, Australien und Nordamerika.

2. Die Bleigewinnung

Die Verarbeitung des Bleiglänzes zu Blei ist der Kupfergewinnung ähnlich. Zunächst wird das schwefelhaltige Bleierz im Flammofen geröstet. Dabei erfolgt bei 114° C die Entschwefelung (die Schwefeldämpfe verwendet man zur Schwefelsäureherstellung). Nachfolgendes Schmelzen (327° C) im kleinen Schachtofen unter Verwendung von Kohle ergibt **Rohblei**, auch **Werkblei** genannt.

Rohblei enthält noch Beimengungen von Arsen, Antimon, Kupfer, Eisen und Silber; sie werden durch mehrfaches Umschmelzen (Saigern) beseitigt; übrig bleibt das **Raffinade- oder Weichblei** mit einem Reinheitsgrad von 99,9%.

Antimon- und Arsenbeimengungen verleihen dem Blei eine gewisse Härte. Bei Weichblei werden diese Beimengungen während der Schmelze durch Zuführung von Luft (Oxydation) entfernt. Bei **Hartblei** jedoch ist diese Härte erwünscht; handelsübliches Hüttenhartblei besteht aus 87% Blei und 13% Antimon.

Vollkommen reines Blei, **Elektrolytblei** mit einem Bleigehalt von 99,9%, gewinnt man auf elektrolytischem Wege ähnlich wie Elektrolytkupfer, nur daß hier Bleisalze verwendet werden müssen.

Bei stark silberhaltigem Bleiglanz (1 bis 2% Silber) erfolgt die Ausscheidung des Silbers ebenfalls durch Elektrolyse, sie kann aber auch auf einem hierfür besonders gebauten Schmelzherd (Treibherd) durchgeführt werden.

3. Verwendung

Reines Blei ist weich und geschmeidig, es läßt sich gut auswalzen und für Gießzwecke verwenden, es ist wetterbeständig. An der Luft überzieht sich Blei mit einer grauen Oxydschicht. Diese dient auch als Schutz gegen weitere chemische und elektrolytische Beeinflussungen. Ebenso im Quellwasser bildet sich diese Schutzschicht, hervorgerufen durch Salze, die sich im Wasser befinden. Regenwasser und destilliertes Wasser, die keine Salze enthalten, lösen das Blei auf. Man benutzt es daher wohl für Trinkwasserleitungen, nicht aber für Regenwasserleitungen.

Weiterhin ist Blei, mit nur wenigen Ausnahmen (Salpetersäure, Essigsäure, heiße Schwefelsäure), säurefest.

Auf Grund dieser Eigenschaften ist Blei besonders geeignet für die Herstellung von Kabelmänteln und Kabelmuffen.

Im Akkumulatorenbau wird das Blei für Säurebehälter verwendet, mit Antimon und Zinn legiert für Sammlerplatten.

Blei-Zinn-Legierungen sind die im großen Umfang verwendeten Weichlote: Stangenlötzinn mit 60% Blei und 40% Zinn, Röhrenlötzinn mit 50% Blei und 50% Zinn (im Innern der Röhre Kolophonium als Bindemittel).

Isolierstoffe

Im Gegensatz zu den bisher behandelten Metallen, die als Werkstoffe und Leitungsmaterial dienen, werden im Fernmeldebau zahlreiche Werkstoffe verwendet, die keine elektrisch leitenden Eigenschaften besitzen und als Nichtleiter zu Isolierzwecken gebraucht werden. Sie haben die Aufgabe, Zu- und Ableitung von Wärme und Elektrizität zu verhindern.

Bei der Verwendung elektrischer Isolierstoffe ist ausschlaggebend:

- a) hoher elektrischer Widerstand an der Oberfläche und im Innern des Materials;
- b) Durchschlagfestigkeit gegenüber Spannungsbeanspruchung;
- c) Dielektrizitätskonstante;
- d) Wetterbeständigkeit und mechanische Festigkeit.

Je nach Art und Beschaffenheit der Isolierstoffe unterscheiden wir nachstehende Gruppen:

1. Feste Isolierstoffe:

- a) **Natürliche Isolierstoffe:** Schiefer, Marmor, Glimmer usw.;
- b) **keramische Isolierstoffe:** Ton, Porzellan, Speckstein (Steatit), außerdem **Glas**;
- c) **Gummiisolerstoffe:** Hart- und Weichgummi;
- d) **Isolierpreßstoffe** aus Natur- und Kunstharz (z. B. Bakelit);
- e) **Faserstoffe:** Papier, Hartpapier (Pertinax), Gespinste aus den Fasern von Hanf, Baumwolle, Flachs, Zellwolle, Seide und Asbest.

2. Flüssige Isolierstoffe:

- a) **Isolierlacke, Harz und Wachs**;
- b) **Öl** in Transformatoren und Schaltern.

3. Gasförmige Isolierstoffe:

Trockene Luft und Gas.

Aus der Fülle der Isolierstoffe wollen wir nur solche herausstellen und näher behandeln, die im FM-Dienst Verwendung finden, z. B. Asbest, Glas, Porzellan, Isolierpreßstoffe, Papier, Hartpapier und Gummi.

Asbest

Asbest ist ein nicht brennbares Mineral (hauptsächlich Magnesiumsilicat). Es besteht aus weißen, biegsamen Fasern und wird im Gestein gefunden. Sehr ergiebig sind die Vorkommen in Kanada

(bekannt sind die Gruben von Quebec), Rußland und Südafrika. Deutschland hat, abgesehen von minderwertigen Asbestablagerungen in Thüringen, keine Vorkommen.

Asbestfasern werden zu nicht brennbaren Geweben versponnen oder zur Herstellung der feuerfesten Asbestpappe benutzt.

Asbest ist ein schlechter Wärmeleiter und findet daher in der Schwach- und Starkstromtechnik als Isoliermaterial Verwendung (Schmelzsicherungen, Spulen- und Widerstandskörper u. a.).

Glas

Glas ist ein Gemisch von **Quarzsand**, **Kalksteinpulver** und **Soda** oder **Pottasche**.

In großen, feuerfesten Behältern aus Ton wird die Mischung unter Anwendung einer Gasfeuerung geschmolzen. Das nun flüssige Gemenge heißt Glas und wird wieder zum Erkalten gebracht. Der Übergang aus dem flüssigen in den festen Zustand findet allmählich statt; in einem weichen, dickflüssigen Zwischenzustand läßt sich das Glas gut verarbeiten.

Die Formgebung des Schmelzgutes erfolgt durch **Blasen** (z. B. Flaschen), mittels Glasbläserpfeife und Holzform oder mit Blasmaschinen durch **Ziehen** (z. B. Fensterglas) sowie durch **Pressen** oder **Gießen** (Rohglas und Spiegelglas). In besonderen Öfen müssen die fertigen Glassachen langsam abgekühlt werden. Dabei ist zu beachten, daß bei rascher Kühlung das Glas zerspringt, während es bei zu langsamer Abkühlung kristallisiert.

Je nach dem Mischungsverhältnis und der Wahl der verwendeten Grundstoffe werden die Eigenschaften der verschiedenen Glassorten (Kronglas, Flintglas, Fensterglas usw.) bestimmt.

Während bei der Herstellung von Glas als Hauptbestandteil der Mischung in jedem Falle Siliziumverbindungen, wie Quarz, Quarzsand, Feuerstein usw., Verwendung finden, kann als Beimengung an Stelle des Kalksteinpulvers Kreide oder Bleiglätte, anstatt Soda auch Pottasche genommen werden. Weiterhin kann durch Zusatz von Metallverbindungen das Glas gefärbt werden (z. B. Gold: rot, Kobalt: blau, Eisen: grün oder braun, Kupfer: grün, Mangan: violett); Milchglas erhält man durch Trübungsmittel, solche sind z. B. Knochenasche oder Zinnoxid.

Geschmolzenes Glas läßt sich zu dünnen, biegsamen Fäden ausziehen. Diese werden zu Glaswolle, Glasseide und Glaswatte verarbeitet und können zum Isolieren elektrischer Leitungen und zum Schutz gegen Wärme und Kälteeinwirkung verwendet werden.

In der FM-Technik finden Glasgegenstände aller Art Verwendung, z. B. Beleuchtungskörper, Röhren, Sammlergefäße, Schmelzsicherungen usw.

Porzellan

Ein idealer Isolierstoff, der besonders vielseitige Verwendung findet, ist das Porzellan. Es besteht aus einem Gemisch von **Porzellanerde** (Kaolin), feinem **Quarz-** und **Feldspatpulver**. Kaolin ist verwitterter Feldspat und hat in Mitteldeutschland seine Hauptfundstätten.

Bei der Herstellung von Porzellan wird feingeschlammtes Kaolin mit geringen Mengen Feldspatpulver als Flußmittel und Quarzpulver gemengt. Nachdem in Pressen das Wasser abgeschieden und die Masse in Maschinen durchgeknetet wurde, beginnt das Formen auf der Töpferscheibe oder durch Gießen und Pressen in Gipsformen. Anschließend werden die geformten Gegenstände langsam getrocknet und danach zweimal gebrannt. Der erste Brand, auch Glühbrand genannt, erfolgt bei etwa 800° C (Rotglut) und festigt die Masse, die jedoch noch eine rauhe, poröse Oberfläche hat. Nach dem Erkalten der vorgeglühten Gegenstände werden diese in eine flüssige Glasurmasse getaucht, die der Porzellanmasse ähnlich ist, jedoch überwiegend Feldspatpulver enthält und leichter schmilzt. Ist die Glasurmasse angetrocknet, erfolgt der zweite Brand (Glasbrand). Bei einer Temperatur von etwa 1400° C erweicht die Porzellanmasse, backt zusammen und wird dicht. Gleichzeitig schmilzt die Glasurmasse, füllt die Poren der Stücke und überzieht diese mit einer glatten Haut, die nach dem Erstarren die Glasur bildet.

Die Eigenschaften der verschiedenen Porzellansorten sind abhängig von dem Mischungsverhältnis der verwendeten Grundstoffe Kaolin, Feldspat und Quarz. Porzellan ist widerstandsfähig gegen chemische und atmosphärische Beanspruchung. Es besitzt eine gute Isolationsfähigkeit und findet daher in der FM-Technik in Form von Isolatoren, Sockeln (für Lampen, Sicherungskästchen u. a. m.), Schaltern, Schalttafeln, Röhren, Spulenkörpern usw. Verwendung.

Neuerdings werden in der Fernmeldetechnik Werkstoffe verwendet, die in der Herstellung und in ihrer Beschaffenheit vorteilhaft und billig sind. Von diesen Isolierpreßstoffen werden das Porzellan und auch andere Isolierstoffe immer mehr verdrängt.

Isolierpreßstoffe

Bei der Verwendung von festen Isoliermaterialien war man lange Zeit auf die natürlichen Isolierstoffe angewiesen, die nicht immer den gestellten Anforderungen gerecht wurden. Entweder waren die Teile in der Herstellung zu teuer, oder die elektrischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften waren nicht zufriedenstellend. Das Problem der Isolierstoffe wurde jedoch durch die Herstellung von Preßstoffen zum größten Teil gelöst.

Diese Preßstoffe bestehen aus einer Mischung (Schnellpreßmasse), welche bei hohem Druck (200—600 kg/cm²) und gleichzeitiger Erwärmung (etwa 150—170° C) geformt wird. Die Mischung setzt sich zusammen aus dem Bindemittel und dem Füllmittel. Während als Bindemittel natürliche und künstliche Harze verwendet werden, nimmt man als Füllmittel Stoffe wie Gesteinsmehl, Holzmehl, Zellstoff, Gips, Textil- und Asbestfasern. Dabei sind diese Füllstoffe nicht als Streckmittel oder Ersatzstoffe für die Bindemittel anzusehen, welche die Preßmasse billig machen sollen, sie sind vielmehr bestimmend für die erwünschten Eigenschaften und Verwendungszwecke der Preßstoffzeugnisse.

Nach der Art der Bindemittel bezeichnet man auch die Preßstoffe und nennt sie daher **Naturharz-** und **Kunstharzpreßstoffe**.

Während Naturharze Pflanzenstoffe sind, die besonders in der Rinde und dem Holz der Nadelbäume vorkommen, sind Kunstharze synthetische Erzeugnisse, deren Ausgangsstoffe Formaldehyd, Phenol und Harnstoffe sind und für die Herstellung von Kunstharzpreßstoffen als **Phenolharze** und **Harnstoffharze** Verwendung finden.

Formaldehyd entsteht bei der Verkohlung des Holzes, Phenol wird aus dem Steinkohlenteer gewonnen, der Harnstoff aus Kalk und Kohle.

Einen Kunstharzstoff aus Formaldehyd und Phenol stellte bereits 1872 der deutsche Chemiker Adolf von Bayer her und nannte ihn Gußharz. Wir sehen, daß die Kunstharzgewinnung gar nicht so neuzeitlich ist, obwohl dem flämischen Chemiker Baekeland erst Anfang des 20. Jahrhunderts die Verformung zu Kunstharzpreßstoffen gelang, die uns als Isolierstoffe unter dem Namen Bakelit gut bekannt sind.

Für die Herstellung von Preßstoffen wird zunächst die Schnellpreßmasse hergerichtet, die aus einem Gemisch von Phenol- oder Harnstoffharz, dem Füllstoff und Formaldehyd besteht. Diese teigige Masse wird von einer Maschine durchgeknetet, gewalzt, getrocknet und gemahlen. Die Preßmasse wird in geheizte, hochglanzpolierte Stahlformen eingebracht. Hier wird sie unter dem Einfluß von Druck und Hitze (etwa 170° C) zunächst plastisch, erstarrt nach wenigen Minuten zu einer festen, glänzenden Masse, die keiner weiteren Nachbehandlung bedarf.

Metallteile, Schrauben, Lötstifte und Klemmen können während der Herstellung gleich in die Teile miteingepreßt werden und brauchen nicht, wie bei Porzellanerzeugnissen, nachträglich montiert zu werden.

Preßmassen haben eine Wärmebeständigkeit von etwa 300° C. Wegen ihrer guten Isolierfähigkeiten finden sie auch in der FM-Technik vielseitige Verwendung, z. B. in Form von Schalttafeln, Klemmleisten, Verteilerdosen, Nummernschaltern, Handapparat-

körpern, Apparatgehäusen, Lampensockeln, Installationsmaterialien usw.

Die bisher dargestellten Preßstoffe, nämlich **Phenoplaste** (Phenolharze) und **Aminoplaste** (Harnstoffharze), lassen sich nur einmal verarbeiten. Daneben gibt es Isolierpreßstoffe, die sich bei Erwärmung immer wieder erweichen und sich aufs neue verformen lassen. Diese Gruppe bezeichnet man daher als **Thermoplaste**. Sie basieren auf Azetylen, das als Schweißgas (aus Karbid gewonnen) bekannt ist. Ihre Wärmebeständigkeit ist gering (60 bis 80° C), aber sie haben hervorragende Isolationseigenschaften. Die bekanntesten Arten sind: Igelit, Mipolan, Trolitul und Styroflex. Letzteres wird z. B. als Isolierstoff für die modernen Trägerfrequenzkabel verwendet.

Papier

Vor etwa 2000 Jahren wurde in China bereits das Papier unter Verwendung von Baumwolle und Bambusfasern hergestellt. Später verarbeitete man auch Leinenlumpen, die im Jahre 1290 als Ausgangsmaterial für die erste Papiererzeugung in Deutschland Verwendung fanden.

Erst 1765 gelang in Deutschland der erste Versuch, Holz für die Papierherstellung zu verwenden. Die Lumpenfasern wurden dann nur noch für die Herstellung der feinsten Papiersorten benutzt.

Heute bildet der **Zellstoff** die Grundlage der Papierfabrikation.

Zellstoff (Zellulose) ist gleichzeitig ein wichtiger Rohstoff für die Herstellung von Vulkanfiber, Kunstseide, Zelluloid (leicht entzündbar), Zellophan und Trolit.

Der Zellstoff (Hauptbestandteil aller Pflanzen) wird aus dem harzarmen Fichtenholz, neuerdings auch aus Buchenholz und Stroh gewonnen. Die Ausgangsstoffe werden zerkleinert und zerdrückt, in Natronlauge oder einer Sulfidlösung unter Druck gekocht. Die fremden Bestandteile werden abgelassen, übrig bleibt Zellstoff, der gewaschen und mit Chlor gebleicht wird.

Für die Papierherstellung werden **Zellstoff**, **Leim** und entsprechende **Füllstoffe** (Schwerspat, Gips z. B.) zu einem Brei gemischt. Dieser fließt über ein Sieb, das Wasser läuft ab, die Fasern verfilzen bei gleichzeitiger Verdichtung durch Leim und den Füllstoff. Die weiche Masse wird mehrfach durch geheizte Walzen gepreßt, anschließend getrocknet und geglättet.

Das so gewonnene Papier findet Verwendung als Kabelisolierung, Papierröhrchen, Bindfaden und als Isoliermaterial bei der Herstellung von Kondensatoren, Spulen usw.

Isolierschichtstoffe

Ebenso wie Holzfurniere zu Sperrholz, lassen sich auch saugfähige **Papierblätter**, die mit Kunstharz oder Schellack getränkt werden, zu Hartpapier verleimen. Pertinax z. B. ist Hartpapier, das unter hohem Druck bei gleichzeitiger Erhitzung entsteht und besonders im Transformatorbau als Isolierstoff verwendet wird.

Aber auch **Gewebe** mit Kunstharz getränkt, geschichtet und gepreßt gelangen als **Hartgewebe** (Novotext) in den Handel.

Gummi

Ausgangspunkt für die Herstellung von Gummiwaren ist der Kautschuk, der aus den Säften tropischer Bäume, Sträucher und Pflanzen gewonnen wird. Mittels Säuren und durch Räuchern gewinnt man den Rohkautschuk, eine klebrige, zähe Masse, die sich in Benzin oder Benzol löst.

Bevor jedoch aus dem Rohkautschuk Gummiartikel hergestellt werden, wird er erst vulkanisiert, d. h. auf etwa 130° C erwärmt und mit Schwefel behandelt, wodurch der Kautschuk elastisch wird und nicht mehr klebt.

Ein Zusatz von 2 bis 10 % Schwefel ergibt Weichgummi. Hartgummi (Ebonit) entsteht bei einem Schwefelzusatz von 25 bis 50 %, wobei außer Schwefel auch noch Füllstoffe (Ruß und Farbstoffe) zugesetzt werden.

Neben dem natürlichen Kautschuk verwenden wir den synthetischen Kautschuk, der aus dem Isopren, einem Steinkohlenprodukt, hergestellt wird und als Isoliermittel gegenüber dem natürlichen Kautschuk sogar einige Vorteile aufweist (quillt in Benzin, Öl und Fett nicht auf, hat geringere Abnutzung u. a.).

Die Wärmebeständigkeit von Gummi schwankt je nach Art zwischen 40 und 70° C. Diese ist mitbestimmend dafür, daß Gummi-isolierstoffe hauptsächlich in der Schwachstromtechnik Verwendung finden.

Werkstoffe und ihre Eigenarten

In dem folgenden Abschnitt wird die Weiterverarbeitung der Werkstoffe behandelt.

Alle Körper werden bekanntlich durch eine Kraft mehr oder weniger stark zusammengehalten. Diese Kraft, **Kohäsionskraft** genannt, bestimmt die Festigkeit eines Körpers; sie muß bei der Bearbeitung und Formgebung eines Werkstückes überwunden werden.

Die Verformung der Werkstoffe geschieht auf Grund ihrer **Gießbarkeit, Bildsamkeit und Bearbeitbarkeit**. Bei der Formgebung durch Gießen oder auf Grund der Bildsamkeit spricht man von **spanloser Formung**. Wird dem Werkstück durch Abtrennen von Spänen eine andere Form gegeben, wird dieses Arbeitsverfahren als **spanabhebende Formung** bezeichnet.

Zur **spanlosen Formgebung** werden Gießen, Schmieden, Biegen, Pressen, Ziehen, Walzen und Stanzen gerechnet.

Zur **spanabhebenden Formung** zählt man Schneiden, Meißeln, Hobeln, Sägen, Feilen, Bohren, Drehen, Fräsen, Schleifen usw.; sie ist die am häufigsten vorkommende Formänderung und wird durch Schneidwerkzeuge ausgeführt.

Die rohe Formgebung eines Werkstückes beginnt mit dem Zuschneiden des Werkstoffes. Metalle und Isolierstoffe werden bei größeren Querschnitten gesägt, Bleche mit der Schere geschnitten oder mit dem Meißel getrennt.

Die **Festigkeitseigenschaften** der Werkstoffe sind gekennzeichnet:

- a) durch die Grenzbeanspruchung bis zum Auftreten bleibender Formänderungen oder bis zum Bruch (Fließgrenze, Zugfestigkeit);
- b) durch Grenzformänderungen bis zum Bruch (Einschnürung, Dehnung, Grenzdämpfung);
- c) durch das elastische Verhalten (Elastizitätsgrenze).

Zur Festlegung dieser Stoffwerte bedient man sich der Festigkeitsprüfung.

Wärmebehandlung: Glühen ist das Erhitzen eines Werkstückes im festen Zustand auf eine bestimmte Temperatur mit nachfolgender, in der Regel langsamer Abkühlung. Das beschleunigte Abkühlen eines Werkstückes wird als **Abschrecken** bezeichnet. Durch beschleunigte Abkühlung eines Werkstoffes, z. B. Stahl, läßt sich dieses **härten** (Festigkeitssteigerung). Die erzielte Härte ist abhängig von der Legierung und vom Abschreckmittel, d. h. von der Abkühlungsgeschwindigkeit. Unlegierte Stähle werden meistens im **Wasser**

abgeschreckt. Für legierte Stähle ist in der Regel **Ölhärtung** vorgesehen. **Anlassen** (Vergüten) des Stahles nach vorhergehender Härtung wird zum **Spannungsausgleich** des Werkstückes vorgenommen.

Korrosion

Wird durch chemische oder elektrochemische Einwirkungen die Oberfläche eines Körpers verändert, so wird dieser Vorgang als **Korrosion** bezeichnet. Eine endgültige Erklärung für diese verwickelten Vorgänge ist noch nicht gelungen. Die bisherigen Untersuchungen haben ergeben, daß es sich in der Hauptsache um elektrochemische Vorgänge handelt.

Schutzmöglichkeiten

Schutzmöglichkeiten gegen Korrosion ergeben sich — vom Werkstoff ausgehend — durch Herstellung einer dichten, porenfreien Oberfläche. Einen besonders guten Schutz gegen Korrosion bildet ein **Überzug** auf dem zu schützenden Werkstoff. Der Zweck des Überzuges ist ein vollkommen dichter Abschluß des Werkstoffes gegen das angreifende Mittel. Metallüberzüge sind nur für den Korrosionsschutz von Metallen anzuwenden. Hierbei schützen die **Überzüge** aus **Aluminium, Cadmium** und **Zink** den Werkstoff gegen **atmosphärische** Schäden. Überzüge aus Chrom und Nickel dienen neben dem Korrosionsschutz noch der Verschönerung des Werkstoffes. Ein weiterer Schutz gegen die Korrosion ist das **Anstreichen** des Werkstoffes. Ein bei Holz angewandter Oberflächenschutz ist die **Tränkung**. Hierbei wird das Holz mit Chemikalien (Zinksulfat, Teerölen, Kupfersulfat) behandelt. Die **Umwicklung** als Korrosionsschutz wird bei Röhren und Kabeln häufig angewendet.

Lose und feste Verbindungen

Die Verbindungen einzelner Werkstücke durch Schrauben, Bolzen oder Nieten werden als **lose Verbindungen** bezeichnet. Wichtige Arten zur Herstellung einer **festen Verbindung** sind das **Löten** und **Schweißen**. Bei den Lötverbindungen wird zwischen dem **Weich-** und **Hartlöten** unterschieden.

Das zu lötende Werkstück wird unter Zuhilfenahme eines besonderen Bindemittels und eines fremden Metalles unter Zuführung von Wärme zusammengefügt. Für die Weichlötung wird als Flußmittel **Lötwasser** (mit Zink gesättigte Salzsäure) oder **Kolophonium** verwendet. Borax dient bei der Hartlötung als Flußmittel. Wichtig ist bei beiden vorkommenden Lötungen, daß der Schmelzpunkt des zu lötenden Werkstoffes unter dem des Lötmittels liegt.

Auch die **Schweißung** dient zur Herstellung fester, unlösbarer Verbindungen von meist gleichartigen Metallteilen. Hierbei wird kein besonderes Bindemittel verwendet. Beim Schweißen unterscheiden wir folgende Verfahren:

1. Preßschweißung

- a) die Hammerschweißung,
- b) elektrische Widerstandsschweißung,
- c) die Thermiterschweißung.

2. Schmelzschweißung

- a) die Gasschmelzschweißung (Autogenschweißung),
- b) die Lichtbogenschweißung,
- c) die gas-elektrische Schweißung,
- d) die Thermitgießschweißung,
- e) die Gußeisenschweißung.

Für die Schweißbarkeit der Metalle sind ihre Zusammensetzung und ihr Aufbau wie auch ihr Verhalten in der Wärme sehr wichtig, wobei insbesondere die Wärmeleitfähigkeit, die Neigung zur Sauerstoffaufnahme und die Schrumpfung (Ausdehnung) eine Rolle spielen. Der Schweißdraht soll dieselben chemischen und physikalischen Eigenschaften besitzen wie der zu verschweißende Werkstoff. Zum Schutz gegen Rost erhalten die Schweißdrähte einen leichten Kupferüberzug.

Werkzeuge

Die Aufgabe der Werkzeugkunde liegt darin, die im Fernmeldedienst verwendeten Werkzeuge in der Form und Beschaffenheit kennenzulernen, darüber hinaus auf ihre Verwendungsmöglichkeiten und sachgemäße Behandlung hinzuweisen.

Bei der Wartung und Instandhaltung der Fernmeldeeinrichtungen werden neben **Spezialwerkzeugen** auch solche benutzt, die wegen ihrer vielseitigen Verwendungsmöglichkeit als **Allgemeinwerkzeuge** bezeichnet werden.

In der Art der Werkzeugverwendung unterscheidet man:

1. Werkzeuge zum Festspannen und Festhalten,
2. Werkzeuge zum Trennen der Werkstoffe,
3. Justierwerkzeuge.

1. Werkzeuge zum Festspannen und Festhalten

Während Schraubstock, Feilkloben und Stielfeilkloben Werkzeuge sind, die zum **Festspannen** verwendet werden, zählen Zangen und Schraubenschlüssel der verschiedenen Ausführungen zu den Werkzeugen, die zum **Festhalten** der Werkstücke bestimmt sind.

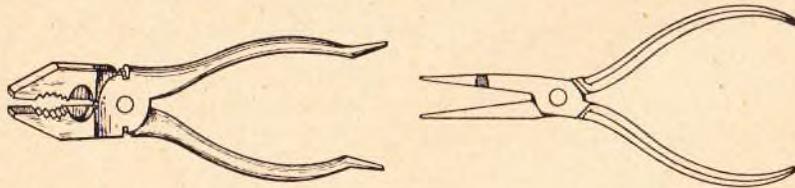


Abb. 1

Kombinationszange nach RPZ 820011

Abb. 2

Telefonzange nach RPZ 820009

Abb. 1 zeigt eine in den Schenkeln nicht isolierte **Kombinationszange**, die unter der Nr. 820011 der Karteiliste aufgeführt ist und folgende Merkmale aufweist:

Verwendungszweck: Fassen von Rundmaterial, Schneiden und Biegen von Drähten, Halten von Werkstücken usw.

Ausführung: Zange mit aufgelegtem Gewerbe, flachen Backen, Seitenschneider und 2 Drahtscheren. Maul mit Riffelhieb, Bohrung mit Zähnen, Anzahl nach Zangenlänge (160, 180 und 210 mm).

Oberflächenbeschaffenheit: Maul blank, Schenkel schwarz oder mit haltbarem, schwarzem, schwer entflammbarem Isolationsüberzug versehen.

Werkstoff: Gußstahl.

Die in der Abb. 2 gezeigte **Telefonzange** mit der Kartei-Nr. 820 009 ist wie folgt zu beschreiben:

Verwendungszweck: Festhalten und Biegen weicher Drähte an schwer zugänglichen Stellen.

Ausführung: Zange mit aufliegendem oder durchgestecktem Gewerbe, Maul rechtwinklig zu den Schenkeln, am Maulende gut schließend, nahe dem Drehpunkt etwas sperrend, ohne Hieb und außen verrundet. Zangenlänge 160 mm.

Oberflächenbeschaffenheit: Kopf blank, Schenkel mit haltbarem, gelbem, nicht brennbarem Isolationsüberzug versehen.

Werkstoff: Flußstahl.

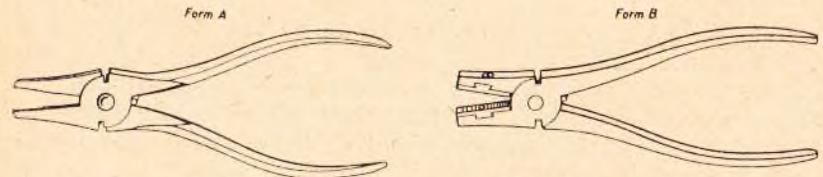


Abb. 3 Telegrafenzange nach RPZ 820007

Abb. 3 zeigt **Telegrafenzangen** Form A und Form B nach der Kartei-Nr. 820 007.

Verwendungszweck: Binden und Schneiden von Drähten.

Ausführung Form A: Mit aufgelegtem Gewerbe und 2 Seitenschneidern. Äußere Maulspitzen verrundet, innere Maulflächen in der Länge hohlkehlenartig ausgearbeitet und von der Maulspitze ausgehend bis zur halben Länge mit Kreuzhieb versehen. Maul nur an der Spitze schließend, nach dem Gewerbe zu etwas sperrend.

Form B: Mit aufgelegtem Gewerbe, eingesetzten Bronzebacken und 2 Seitenschneidern für Bronze- und Hartkupferdraht. Eingesetzte Backen in den Maulausschnitten gut eingepaßt und fest angeschraubt. Arbeitsflächen der Backen in der Länge hohlkehlenartig ausgearbeitet. Maul nur an der Spitze schließend, nach dem Gewerbe zu etwas sperrend. Zangenlänge 160, 180 und 200 mm.

Oberflächenbeschaffenheit: Form A und B: Schenkel schwarz, Kopf blank.

Werkstoff: Zange aus Gußstahl. Backen von Form B aus mittelharder Bronze. Schraube aus Flußstahl.

Außer den aufgeführten Zangen gibt es noch eine Reihe von Spezialzangen, die nach ihrem Verwendungszweck mehr oder weniger verbreitet sind.

Als weitere Werkzeuge zum Festhalten der Werkstücke sind Schlüssel im Gebrauch, die zum Anziehen und Lösen von Sechskant- und Schlitzmuttern benutzt werden.

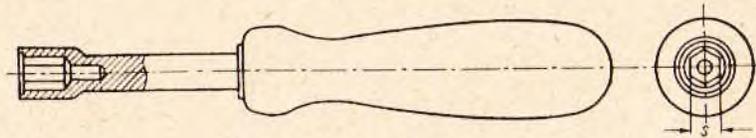


Abb. 4 Sechskantsteckschlüssel nach RPZ 820 608

Abb. 4 zeigt einen **Sechskantsteckschlüssel** mit Griff. Seine Verwendung richtet sich nach Größe der Sechskantschraube oder -mutter, die mit der Schlüsselweite (S) gekennzeichnet wird. So werden z. B. Sechskantsteckschlüssel mit 5 mm Schlüsselweite für Sechskantschrauben an Relais benutzt, mit 6,5 mm Schlüsselweite für Sechskantmuttern an Messerkontaktleisten.

Nach der Kartei-Nr. 820 608 besteht der Sechskantsteckschlüssel mit 6,5 mm Schlüsselweite aus folgenden Werkstoffen: Steckschlüssel aus Werkzeugstahl, auf 10 mm Länge gehärtet und entspannt. Griff aus Buchenholz, Zwinde aus Flußstahl.

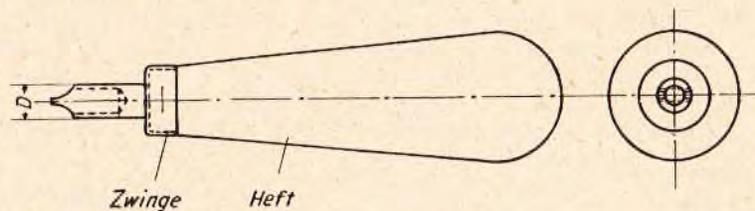


Abb. 5 Steckschlüssel für Relaischlitzmuttern nach RPZ 828028

In der Abb. 5 wird ein **Steckschlüssel** gezeigt, der zum Festziehen und Lösen von Relaischlitzmuttern bestimmt ist und in zwei Ausführungen, 9 und 10 mm Durchmesser (D), Verwendung findet. Er ist aus folgenden Werkstoffen gefertigt: Steckschlüssel aus Werkzeugstahl, Heft aus Buchenholz, Zwinde aus Flußstahl.

2. Werkzeuge zum Trennen der Werkstoffe

Bei der Werkstoffbearbeitung werden die Arbeitsverfahren durch **Abheben** von Spänen oder zum **Trennen** des Werkstoffes als **spanabhebende Formung** bezeichnet. Zu dieser Formgebung zählt man das Schneiden, Meißeln, Hobeln, Sägen, Feilen, Fräsen, Schleifen usw.

Die Wirkungsweise der zur spanabhebenden Formung dienenden **Schneidwerkzeuge** läßt sich auf die des Keils zurückführen. Während der Meißel und das Messer nur eine keilförmige Schneide besitzen, dringen der Seitenschneider und der Bohrer mit zwei, Säge, Fräser oder Feile sogar mit einer größeren Anzahl von Schneiden in den Werkstoff ein. Dabei ist in jedem Falle die Größe des Keil- oder Meißelwinkels von der Härte und Festigkeit des zu bearbeitenden Werkstoffes abhängig. Man wird daher stets darauf bedacht sein müssen, Schneidwerkzeuge aus **hochwertigem** Stahl zu fertigen.

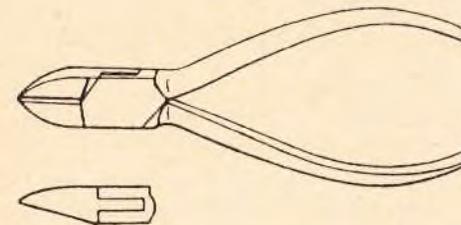


Abb. 6
Seitenschneider nach
RPZ 820018

Der in der Abb. 6 gezeigte **Seitenschneider** (Kartei-Nr. 820018), der zum Abkneifen von Drähten aller Art (außer federhartem Draht) bis 1 mm Durchmesser benutzt wird, ist aus Tiegelflußstahl gefertigt.

Für die Anfertigung von **Kreuz- und Flachmeißeln** wird ein ausgesprochener Meißelstahl in zäharter Qualität verarbeitet, der als Flacheisen mit abgerundeten Kanten in den Handel kommt. Der Werkstoff ist ebenfalls Tiegelflußstahl, jedoch wird die Schneide des Meißels gehärtet und gelb bis gelbbrau angelassen (entspannt).

Metalle und **Isolierstoffe** werden bei größeren Querschnitten **gesägt**, **Bleche** mit der Schere **geschnitten** oder mit dem Meißel **getrennt**. Nach der rohen Vorbereitung und dem Zuschneiden des Werkstoffes erfolgt die Bearbeitung und Formgebung mit weiteren spanabhebenden Werkzeugen, z. B. Feilen.

Je nach Art der Bearbeitung und des vorhandenen Werkstoffes richtet sich die Wahl der notwendig werdenden **Feilen**. Sie unterscheiden sich nach der **Hiebart**, der **Hiebweite** und der **Form** je nach Verwendungszweck (Schuppen, Schlichten, Feinschlichten).

Die **Hiebart** der Feilen richtet sich nach den zu bearbeitenden Metallen (Leicht-, Weich- und Hartmetalle). Während für **Leicht-**

metalle (Aluminium, Elektron) **gefräste** Feilen (z. T. mit Spanbrecher-nuten versehen) verwendet werden, sind für **Weichmetalle** (Blei, Zinn) solche mit **parallelem** Einrieb vorgesehen; dagegen nimmt man für **Hartmetalle** (Stahl, Messing, Kupfer) Feilen mit dem **Doppel- oder Kreuzhieb**. Letzterer besteht aus zwei in verschiedenem Winkel zur Mittelachse der Feile stehenden Zahnungen. Durch sie werden eine große Anzahl kleiner Meißelchen geschaffen, die aber nicht parallel zur Achse, sondern schräg hintereinander liegen. Weiterhin sind beide Hiebe nicht senkrecht in den Stahl geschlagen, sondern unter einer Steigung von 15 Grad. Daraus ergibt sich, daß die Feilen nur beim Vorwärtsgleiten spanabhebend arbeiten.

Die **Abstände** und **Größe** der Feilenzahnung bestimmen den Hieb. Man unterscheidet: **Feilen** mit **grobem** Hieb (Grob-, Arm- oder Strohf-eilen), **Feilen** mit **mittlerem** Hieb (Vor- oder Bastardfeilen), **Feilen** mit **feinem** Hieb (Halb-, Fein- und Doppelschlichtfeilen).

Die unterschiedlichen Hiebweiten entsprechen in ihrer Anwendung den verschiedenen Bearbeitungsgängen; sie gliedern sich in: Schrup-pen, Schlichten, Feinschlichten.

Nach der Form der Feile unterscheidet man: Vierkantfeilen, Drei-kantfeilen, Rundfeilen, Halbrundfeilen, Flachfeilen, Messerfeilen, Einstreich- oder Schwertfeilen, Vogelzungenfeilen.

Für die Herstellung der Feilen wird Flußstahl verwendet, der **nach** der Fertigung gehärtet wird. Die **Angel**, zum Aufstecken des Holz-griffes, muß in Öl angelassen (entspannt) werden, um ein Abbrechen zu vermeiden.

3. Justierwerkzeuge

In den Fernmeldeanlagen werden zum **Einstellen** und **Justieren** der Schaltglieder, besonders der Kontaktfedern der Relais, Schalter, Wäh-ler usw. **Justier-** und **Spezialwerkzeuge** verwendet.

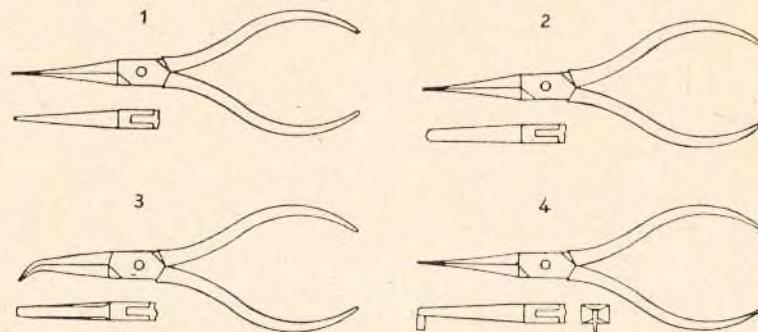


Abb. 7 Justierzangen 1 — 4 nach RPZ 828 006

Die Abb. 7 veranschaulicht Justierzangen nach der Kartei-Nr. 828 006 (Ausführungen 1 bis 4). Ihre Verwendung bleibt auf das Biegen von Kontakt- und Relaisfedern sowie von Drähten mit kleinem Durch-messer beschränkt. Die **Art** der Verwendung bestimmt die Form des Zangenschnabels. Justierzangen werden in folgenden Ausführungen beschafft:

Zange, Kartei-Nr. 828 006/1: mit geradem, schmalem, fast spitzem Schnabel,

Zange, Kartei-Nr. 828 006/2: mit breitem, vorn abgerundetem Schnabel,

Zange, Kartei-Nr. 828 006/3: mit stumpfwinklig gebogener Schnabelspitze,

Zange, Kartei-Nr. 828 006/4: mit rechtwinklich gebogener Schnabelspitze.

Oberflächenbeschaffenheit: Backen ohne Hieb, Kanten entgratet, Kopf blank, Schenkel mit haltbarem, gelbem, schwer entflamm-barem, mindestens 0,5 mm starkem Isolierschlauch versehen.

Der **Werkstoff** der Zangen ist Flußstahl.

Das **Einstellen** und **Nachbiegen** der Kontaktfedern kann nicht immer mit einer Justierzange erfolgen. An schlecht zugänglichen Stellen werden deshalb **Federspanner** erforderlich.

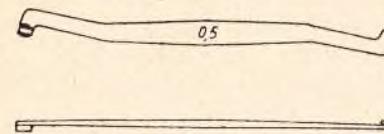


Abb. 8 a
Federspanner nach RPZ 828 038/1

Für Kontaktfedern der ge-wöhnlichen Rund- und Flach-relais werden Federspanner mit 0,5 mm Schlitzbreite verwendet, nach der Kartei-Nr. 828 038/3-5 werden für besondere Zwecke auch solche mit Schlitzbreiten von 0,7 mm, 0,85 mm und 1 mm beschafft.

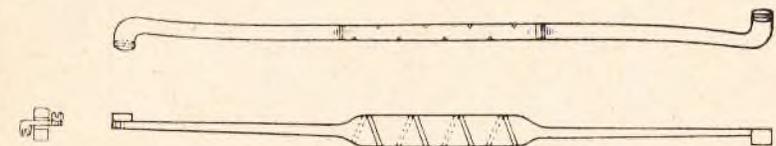


Abb. 8 b Federspanner nach RPZ 828 038/3 /4 und /5

Federspanner sind aus Werkzeugstahl gefertigt. Die Backenteile werden gehärtet und blau angelassen. Die Schlitzbreite ist auf dem Federspanner eingeschlagen.

Das Nachbiegen der Kontaktfedern wird erforderlich, um entweder die Kontaktöffnung einzustellen oder um die Spannung, d. h. den Federdruck, zu verändern. Während die Einstellung der Kontaktöffnung mit der Stecklehre (0,1 bis 0,9 mm) nach Kartei-Nr. 827 510/1 erfolgt, werden bei Federsätzen zum Messen der einzelnen **Kontaktdrucke** Kontaktfederwaagen benutzt.

Nach dem RPZ-Normblatt 828 045 werden Federwaagen in fünf Ausführungen mit folgenden Meßbereichen angefertigt:

0 bis 40 Gramm, 5 bis 100 Gramm,
50 bis 280 Gramm, 150 bis 350 Gramm,
200 bis 1000 Gramm.

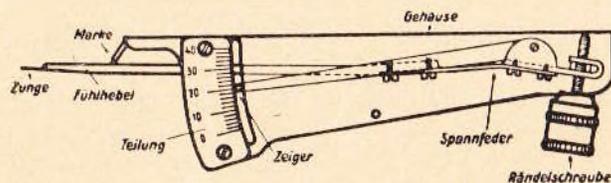


Abb. 9 Kontaktfederwaage 0 — 40 g nach RPZ 828 045/1

Die Abb. 9 zeigt eine Kontaktfederwaage Ausführung /1, Meßbereich 0 bis 40 Gramm. Diese allgemein bei der DBP verwendeten Federwaagen erfordern eine **Meßdruckvoreinstellung**, d. h. der gewünschte Meßdruck wird mit der Rändelschraube voreingestellt.

Neuerdings ist eine Federwaage im Gebrauch, bei der die Meßdruckvoreinstellung entfällt.

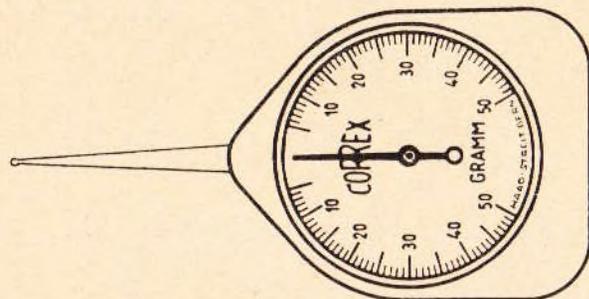


Abb. 10 Correx-Federwaage 5 — 50 g

Die in der Abb. 10 gezeigte **Correx-Federwaage** gibt es in den Ausführungen 0 bis 50 Gramm, 5 bis 50 Gramm und 15 bis 150 Gramm.

