

niums zu dem des Kupfers wie 1:0,52 verhält. Unter anderem ist die 130 km lange Leitung von den Elektrizitätswerken in Golpa nach Berlin mit drei Aluminiumseilen aus je 19 Drähten von 3 mm Stärke ausgeführt.

IV. Legierungen.

A. Allgemeines über Legierungen.

Legierungen sind erstarrte Lösungen zweier oder mehrerer Metalle ineinander. Vielfach kommen auch Lösungen von Nichtmetallen, wie Kohlenstoff, Schwefel und Phosphor in Metallen in Betracht. Die Legierungen besitzen metallische Eigenschaften; die Eigentümlichkeiten der einzelnen Teile werden aber oft schon durch ganz geringe Zusätze in starkem Maße verändert und verschwinden häufig unter Auftreten ganz neuer Eigenschaften völlig. So werden die Farbe, der Schmelzpunkt, die Gießbarkeit, die Festigkeit und Härte, die Widerstandsfähigkeit gegen atmosphärische und chemische Einwirkungen u. a. in oft erheblichem Maße beeinflusst, so daß die Erzielung bestimmter Eigenschaften als Zweck des Legierens bezeichnet werden kann.

Alle Legierungen, mit Ausnahme der eutektischen und bestimmter chemischer Verbindungen zwischen den Bestandteilen der Legierung, schmelzen und erstarren in einem von der Zusammensetzung abhängigen, größeren oder kleineren Temperaturbereich. Je nachdem, ob dieser langsam oder rasch durchlaufen wird, ob also das Festwerden allmählich oder schnell vor sich geht, scheiden sich die im Überschuß vorhandenen Bestandteile in größeren oder kleineren Kristallen aus und bewirken so die Bildung eines gröbereren oder feineren Gefüges. Manchmal treten Ausseigerungen und dadurch Störungen der Gleichmäßigkeit der Festigkeits- und Bearbeitungseigenschaften auf. Zu diesen Erstarrungsvorgängen kommen häufig noch Veränderungen in festem Zustande, auf welche u. a. das Härten und Anlassen des Stahls, das Vergüten des Duralumins zurückzuführen sind, so daß die Eigenschaften der Legierungen nicht allein durch die Zusammensetzung, sondern auch durch die Behandlung während und nach dem Erstarren bedingt werden. All das ist die Begründung dafür, daß sich manchmal Legierungen nicht beharren, die an anderen Stellen mit bestem Erfolge angewendet werden.

Die Schmelztemperaturen liegen häufig niedriger, als nach der Zusammensetzung und den Schmelzpunkten der Bestandteile zu erwarten ist. Da zudem die Herstellung von Gußstücken meist durch größere Leichtflüssigkeit und geringere Neigung zur Blasen- und Lunkerbildung unterstützt wird, erklärt sich, daß sich Legierungen viel häufiger als die reinen Metalle finden.

Schrifttum: [II, 1, 5, 23]

Von großer Wichtigkeit für die praktische Verwendung sind die Preise der einzelnen Bestandteile. Sie sind in starkem Maße von der Marktlage abhängig; immerhin war das gegenseitige Verhältnis vor dem Kriege annähernd unveränderlich. Anders heutzutage: Die Preise der einzelnen Metalle schwanken innerhalb weiterer Grenzen und unabhängig voneinander; namentlich ist Zinn bedeutend teurer geworden, so daß seine Verwendung beschränkt und sein Ersatz, wo irgend möglich, angestrebt werden sollte. Im Verhältnis zum Kupfer kostete:

	Zinn	Antimon	Zink	Blei	Aluminium
vor dem Kriege im Mittel das	1,97	0,79 -	0,34	0,20	— fache
Mitte 1926 das	4,7	0,9	0,6	0,5	2 „

B. Kupfer-Zinnlegierungen, Bronzen.

1. Einteilung und Haupteigenschaften.

Die zahlreichen Kupfer-Zinnlegierungen kann man in 4 Hauptgruppen einteilen:

- a) reine Zinnbronzen, lediglich aus Kupfer und Zinn bestehend,
- b) Phosphorbronzen, mit geringen Zusätzen von Phosphor beim Einschmelzen, die desoxydierend wirken sollen,

- c) Rotguß, bei dem ein Teil des Zinns durch Zink und Blei ersetzt ist,
 d) Sonderbronzen.

a) Zinnbronzen.

Schon geringe Zusätze von Zinn erhöhen die Festigkeit, die Härte und namentlich die Gießbarkeit des Kupfers wesentlich, lassen dagegen die Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit abnehmen, Abb. 120, nach Versuchen von Shepherd und Upton. Die Festigkeit steigt bis zu etwa 17,5% Zinngehalt, die Härte erreicht bei 28% ihren größten Wert. Eine Bearbeitung durch Hämmern, Walzen und Pressen ist bis 6% Zinngehalt im kalten, bis 15% im glühenden Zustande, bis 22% bei Dunkelrotglut, aber nur unter besonderer Vorsicht möglich. Zinnreiche Bronzen neigen beim Gießen zu Seigerungen, die sich häufig in Gestalt von weißlichen Zinnflecken geltend machen.

Legierungen bis zu 6% Zinngehalt werden vor allem zu Blechen, Drähten und Bändern ausgewalzt.

b) Phosphorbronzen.

Zur Erhöhung der Dünnflüssigkeit, Dichtigkeit und Festigkeit erhalten Legierungen mit Zinngehalten zwischen 8 und 20% Zinn meist geringe Zusätze von Phosphor beim Einschmelzen und werden dann Phosphorbronzen genannt. Der Phosphor wirkt dabei, in Mengen von 0,5 bis 1% in Form von Phosphorkupfer oder Phosphorzinn zugeführt, lediglich als Desoxydationsmittel, und zwar zersetzt er nach den Untersuchungen von Bauer und Heyn die im flüssigen Metall schwimmende Zinnsäure. Im fertigen Gußstück ist er nicht oder nur noch in Spuren nachweisbar. Ein größerer Gehalt würde im Gegenteil die Sprödigkeit steigern und die Legierungen für viele Zwecke unbrauchbar machen. Bei Zinngehalten bis zu 10% werden die Zugfestigkeiten nach Künzel durch den Phosphorzusatz um ungefähr 30% gesteigert; die Härte und im Zusammenhang mit ihr die Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung nehmen zu, während die Bruchdehnung unverändert bleibt. Die Phosphorbronzen dienen vor allem zur Herstellung von Gußstücken, so z. B.:

weiche Phosphorbronzen mit 8 bis 12% Zinn, leicht bearbeitbar, zu Büchsen, Hähnen, Ventilen, Schiebern, Pumpenkolben usw.,

harte Phosphorbronzen mit 12 bis 16% Zinn zu Zahn- und Schneckenrädern, stark belasteten Lagerschalen, Sitzen und Tellern von Ventilen usw.

Glockenbronze mit rund 20% Zinn zu Spurplatten und andern Teilen, die starkem Verschleiß unterliegen.

c) Rotguß,

auch Maschinenbronze genannt, ist durch Zusätze von Zink und Blei billiger und wegen der geringeren Härte leichter bearbeitbar. Kleine Mengen von Zink fördern die Dünnflüssigkeit der Legierungen und die Dichtigkeit der Gußstücke. Im Durchschnitt besteht guter Rotguß aus 82 bis 90 Teilen Kupfer, 15 bis 7 Teilen Zinn, 2 bis 5 Teilen Zink, oder Blei und Zink.

d) Sonderbronzen

entstehen durch Zusätze von Silizium, Mangan, Magnesium, Eisen, Nickel, größeren Mengen Blei und andern Stoffen. Oft werden die besonderen Bestandteile in den Namen der Legierungen angedeutet — Silizium- und Manganbronzen —, häufig werden die Namen der Erfinder oder Firmen zur Bezeichnung benutzt. Vermieden werden sollte aber, den Namen Bronze auf zinkreiche, dem Messing nahestehende Legierungen anzuwenden.

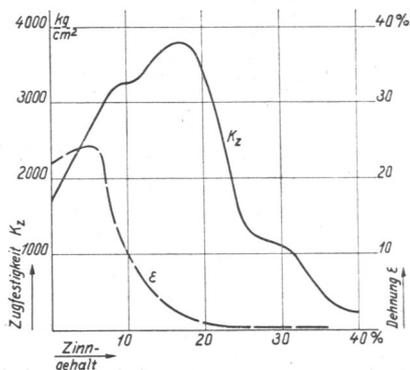


Abb. 120. Mechanische Eigenschaften von Kupfer-Zinnlegierungen, gegossen, nach Shepherd und Upton.

Silizium, Mangan und Magnesium haben ähnliche Wirkungen wie Phosphor, nur in etwas geringerem Maße. So dient das Silizium bei der Herstellung des zu Fernsprech- und Fahrdrähtleitungen benutzten Siliziumbronzedrahtes im wesentlichen zur Reinigung der Bronze. Es darf im fertigen Draht nur noch in ganz geringen Mengen vorhanden sein, weil sonst die elektrische Leitfähigkeit erheblich beeinträchtigt wird. Dagegen haben Überschüsse an den drei genannten Stoffen keinen schädlichen Einfluß auf die Festigkeit. In die Gruppe der Manganbronzen pflegt man auch die Legierungen, die lediglich aus Kupfer und Mangan bestehen, einzuschließen.

Einige Angaben über die Bestandteile häufig gebrauchter Bronzen bringt die folgende Zusammenstellung.

Zusammenstellung 38. Zusammensetzung häufig gebrauchter Bronzen.

	Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Phosphor- kupfer mit 10 ⁰ / ₀ P.	Sili- zium	Mangan
Zinnbronze für Lagerschalen, hart	83	17	—	—	—	—	—
Zinnbronze für Zahnräder (Ledebur)	90	10	—	—	—	—	—
Weiche Phosphorbronze	91—87	8—12	—	—	1 ¹⁾	—	—
Harte Phosphorbronze	87—83	12—16	—	—	1 ¹⁾	—	—
Glockenbronze i. M.	79	20	—	—	1 ¹⁾	—	—
Harter Rotguß für Maschinenteile i. M.	82	10	8		—	—	—
Weicher Rotguß für Maschinenteile i. M.	85	5	10		—	—	—
Lagerschalen, Vorschrift d. preuß. Staatsbahn	84	15	1	—	—	—	—
Zähe Legierung für Ventile, Hähne usw.	88	12	3	—	—	—	—
Dichte Legierung für Pumpen und Ventilgehäuse	88	10	2	—	—	—	—
Für dünnwandigen Guß, Armaturen, Schneckenräder	85	9	6	—	—	—	—
Lagermetall der Pennsylvania Railroad Co.	77	8	—	15	—	—	—
Manganbronze, zäh und fest.	84	15,6	—	—	—	—	0,4
Siliziumbronze für Fernsprechdrähte	91—98	9—1	0—1	—	—	0,05 ²⁾	—

1) Im Einsatz, in der fertigen Legierung nur noch in Spuren.
2) In der fertigen Legierung.

2. Festigkeitseigenschaften der Bronzen.

Was die Festigkeitseigenschaften anlangt, so treten bei der erstmaligen Belastung gegossener Bronzen schon bei niedrigen Beanspruchungen bleibende Formänderungen ein. In diesem Zustande fehlt auch die Verhältnissgleichheit zwischen Spannungen und Dehnungen, die sich aber, ebenso wie die Elastizitätsgrenze, bei wiederholter Belastung

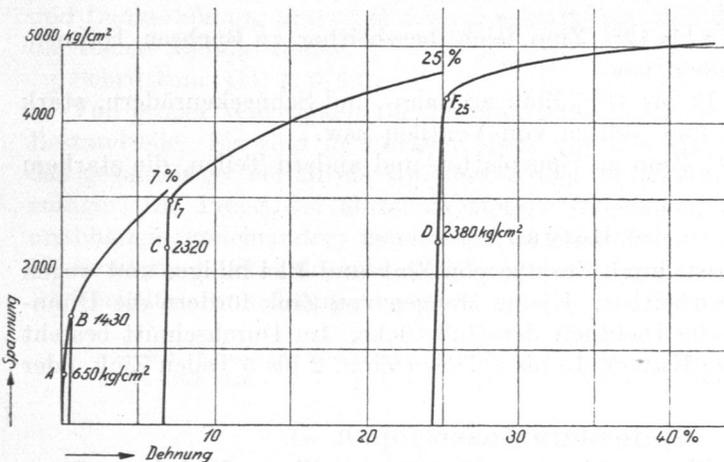


Abb. 121. Zugversuch an Hohenzollern-Propellerbronze. Erhöhung der Elastizitäts- und der Fließgrenze infolge Kaltreckens (Verfasser).

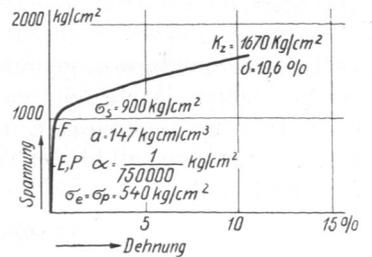


Abb. 121a. Zugversuch an Rotguß (Verfasser).

oder beim Recken im kalten oder beim Walzen und Schmieden im warmen Zustande ausbildet. Die Dehnungszahl liegt dann zwischen $\alpha = \frac{1}{800000}$ bis $\frac{1}{1200000}$ cm²/kg, wäh-

rend die Höhe der Elastizitäts- und Proportionalitätsgrenze von der vorangegangenen Beanspruchung abhängig ist. So zeigt Abb. 121 nach einem Versuch an einem langen

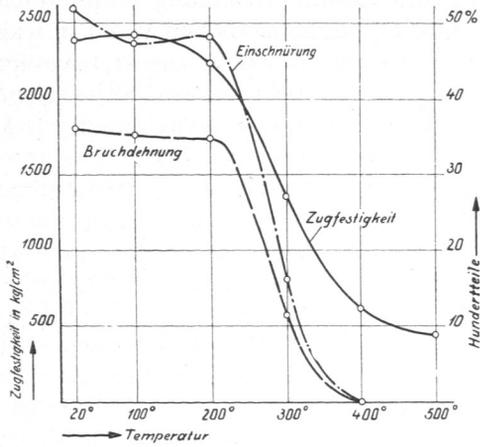


Abb. 122. Einfluß der Temperatur auf die Festigkeit von Bronze (Bach).

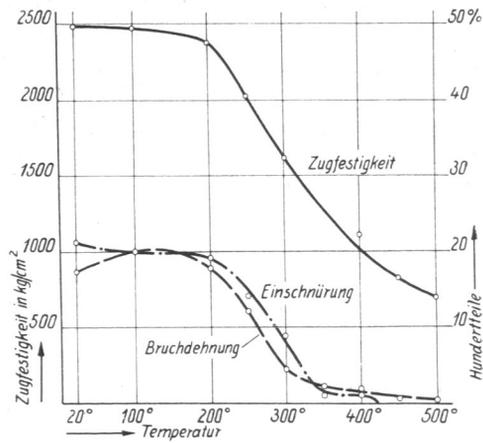


Abb. 123. Einfluß der Temperatur auf die Festigkeit von Bronze (Bach).

Normalstabe aus Propellerbronze des Hohenzollernschen Hüttenwerks Lauchertal im Anlieferungszustande die Elastizitätsgrenze im Punkte *A* bei 650 kg/cm^2 , nach einer Streckung des Stabes um $0,7\%$ bei 1430 kg/cm^2 , Punkt *B*, nach 7% bei 2350 kg/cm^2 , Punkt *C*, und nach 25% Recken bei 2380 kg/cm^2 , Punkt *D*, wobei die Spannungen durchweg auf den ursprünglichen Querschnitt bezogen sind. Die Elastizitäts-, nach der Abbildung aber auch die durch die Buchstaben *F* gekennzeichneten Fließgrenzen sind also durch das Strecken ganz wesentlich gehoben worden, so daß sich durch Recken, Walzen und Ziehen in kaltem Zustande die Festigkeitseigenschaften erheblich beeinflussen und hochwertige Bronzen herstellen lassen. Bei manchen Arten wirkt auch das Schmieden im warmen Zustande auf die Erhöhung der mechanischen Eigenschaften hin. Überhöhungen, wie sie nach Abb. 82 an weichem Flußstahl beim Strecken im kalten Zustande beobachtet werden, traten bei dem Versuch, wie auch bei allen weiteren an anderen Bronzen nicht auf.

Durch Ausglühen sinken in ähnlicher Weise, wie an hartgewalztem Messing in Abb. 127 gezeigt ist, die Elastizitäts-, Proportionalitäts- und Fließgrenzen wieder; die Bronze wird weicher, aber zäher.

Die Fließgrenze ist beim Zugversuch nicht scharf ausgeprägt, Abb. 121 und 121a. Dementsprechend verteilt sich die Dehnung während des ganzen Versuchs annähernd gleichmäßig auf der ganzen Meßlänge des Stabes. Der Bruch tritt meist

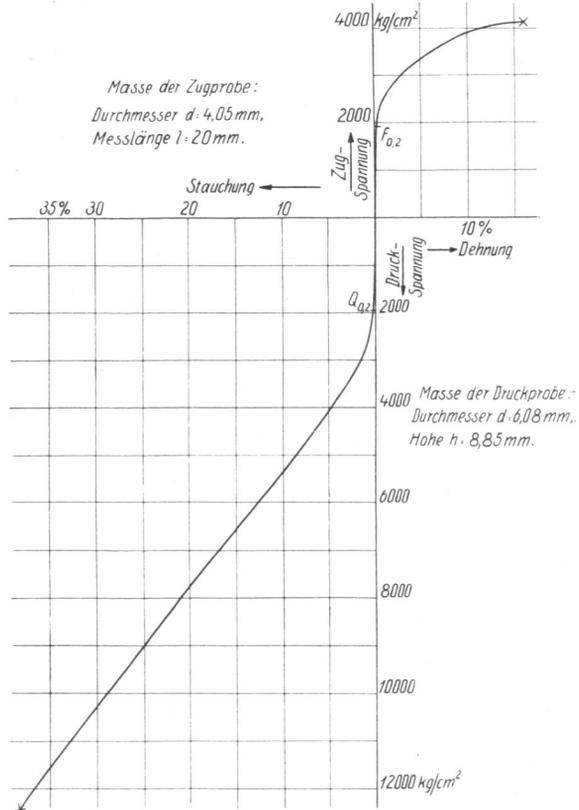


Abb. 124. Zug- und Druckversuch an einer Manganbronze (Verfasser).

bei der Höchstbelastung plötzlich, ohne wesentliche Einschnürung an der Bruchstelle ein.

Bei hohen Wärmegraden ist Bronze gewöhnlicher Zusammensetzung empfindlich, wie u. a. die Versuche Bachs [II, 24] an 25 Bronzestäben der Kaiserlichen Werft in Kiel, Abb. 122, bei einer mittleren chemischen Zusammensetzung der Stäbe aus 91,4 Kupfer, 5,5 Zinn, 2,8 Zink, 0,3 Blei und 0,03 Eisen und Versuche an Bronzen von Schäffer & Buddenberg, Abb. 123, zeigen. Besonders auffallend ist die rasche Abnahme der Dehnung, sobald 200° C überschritten werden, so daß bei Verwendung der Bronzen unter Wärmegraden jenseits dieser Grenze z. B. in Berührung mit Heißdampf, Vorsicht geboten ist. Die Versuche wurden in gewöhnlicher Weise, also mit verhältnismäßig kurzer

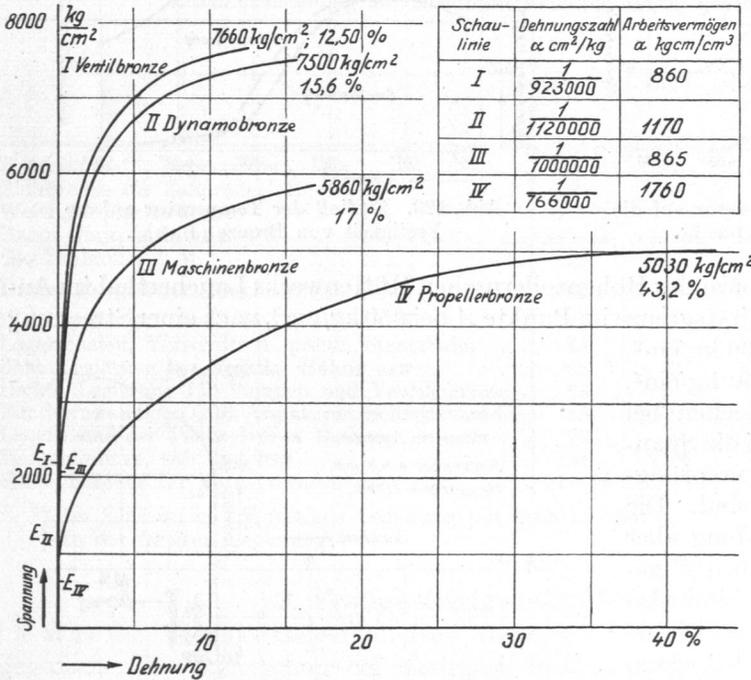


Abb. 125. Zugversuche an hochwertigen Bronzen des Hohenzollernschen Hüttenwerks Lauchertal (Verfasser).

Versuchsdauer ausgeführt. Günstigere Verhältnisse fand Rudeloff, an Kupfer-Manganlegierungen [II, 25]. Bei Mangangehalten von 3,2 bis 13,5% betragen die Zugfestigkeiten bei gewöhnlicher Temperatur 3000 bis 3500 kg/cm², die Bruchdehnungen 30 bis 40%, die Querschnittsverminderungen 74 bis 72%. Bis zu 300° nahmen die Zahlen langsam ab. Die Anwendung der Manganbronzen ist aber infolge ihres hohen Preises und ihrer schweren Schmelzbarkeit (1050 bis 1100°) bis jetzt nur vereinzelt geblieben. Sie beschränkt sich auf Stehbolzen, Turbinenräder, Schiffsschrauben, Schiffsbeschläge und ähnliches, bei welchem letz-

teren die Härte und große Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung durch unreines und sandiges Wasser besonders vorteilhaft ist.

Zug- und Druckversuche an Proben aus denselben Bronzen zeigen, daß die Fließ- und die Quetschgrenze etwa gleich hoch liegen, so daß auch für die Beanspruchung des Baustoffes auf Biegung dieselben zulässigen Spannungen wie bei der Beanspruchung auf Zug oder Druck, gelten, vgl. die Versuche an einer Manganbronze, Abb. 124.

Einzelangaben über die mechanischen Eigenschaften verschiedener Bronzen bietet die Zusammenstellung 39.

3. Sonstige Eigenschaften.

Die Farbe der Bronzen ist hauptsächlich vom Kupfergehalt abhängig. Kupferreiche haben rötliche, kupferärmere rötlichgelbe und gelbe Farbe.

Das Einheitsgewicht schwankt zwischen 7,4 und 8,9 kg/dm³ und darf im Durchschnitt zu 8,5 kg/dm³ angenommen werden. Das Schwindmaß der Bronzen beträgt $\frac{1}{63}$ bis $\frac{1}{65}$ oder 1,5 bis 1,6%, ist also ziemlich groß; der Neigung zu Lunkerbildungen läßt sich aber durch genügenden Druck beim Gießen begegnen.

Zusammenstellung 39. Mechanische Eigenschaften von Bronzen.

	Fließgrenze σ_s kg/cm ²	Zugfestigkeit K_z kg/cm ²	Bruchdehnung δ %	Ein-schnü- rung ψ %	Deh-nungs- ziffer α cm ² /kg	Bemerkungen
Zinnbronze, gegossen	—	2000—3200	15—6	30—10	—	
„ mit 60% Zinn, kalt ge- walzt	—	~ 5000	10	30	—	Bach [II, 2]
Phosphorbronze, gegossen	—	3500—4500	30—10	30—10	—	
„ kalt gewalzt	—	~ 6000	—	—	—	
Rotguß	—	1600—2000	6—20	10	$\frac{1}{900000}$	
Bronze der Versuche, Abb. 122 . .	—	2395	36,3	52,1	—	Bach [II, 24]
Hochwertige Bronzen	—	3200—5000	—	—	—	„ [II, 2] Vgl. a.
Warm geschmiedete, hochwertige Bronzen	—	5000—8800	38—8	38—10	$\frac{1}{1100000}$	„ [II, 2] Abb.125
Durana-Manganbronze, je nach dem Grad der Kaltbearbeitung, Düre- ner Metall-Werke	—	4100—6300	28—8	—	—	
Stehbolzenbronze, warm gewalzt .	—	3560	39,2	—	$\frac{1}{1290000}$	
Siliziumbronzedraht, 3 mm \varnothing . .	—	6500—7800	—	—	—	} 30—40 % der Leit- fähigkeit reinen Kupfers
„ 0,9 mm \varnothing	—	8000—8500	—	—	—	
Manganbronze, 3,2—13,5% Mn .	—	3000—3500	30—40	74—72	—	} Rudeloff [II, 25]
„ 4% Mn, gewalzt	260	2900	41	68	$\frac{1}{1200000}$	
„ 15% Mn, gegossen	770	3570—4400	34	44	$\frac{1}{940000}$	

C. Kupfer-Zinklegierungen, Messing.

1. Einteilung und Haupteigenschaften.

Die deutschen Industrienormen unterscheiden nach DIN 1709 Bl. 1 zwei Hauptgruppen von Messingsorten:

I. Gußmessing, mit dem Kurzzeichen *GMs*,

II. Walz- und Schmiedemessing, mit dem Kurzzeichen *Ms*.

Die weitere Einteilung und Bezeichnung geschieht nach dem Kupfergehalt in Hundertteilen, so daß z. B. Gußmessing mit 67% Kupfer unter *GMs 67* DIN 1709, Hartmessing unter *Ms 58* DIN 1709 bestellt wird. Sondermessingsorten, die neben Kupfer und Zink noch absichtliche Zusätze von Mangan, Aluminium, Eisen und Zinn aufweisen, haben die Kurzzeichen *So—GMs* und *So—Ms* erhalten.

Der folgende Auszug aus der DIN 1709 Bl. 1 enthält die für den Maschinenbau wichtigeren Sorten nebst Angaben über ihre Verarbeitung, sowie Verwendungsbeispiele. Weggelassen sind die kupferreichen, insbesondere für das Kunstgewerbe wichtigen Tombaksorten.

Zusammenstellung 40. Messingsorten nach DIN 1709 Bl. 1 (Auszug).

I. Gußmessing.

Benennung	Kurzzeichen	Ungefähre Zusammen- setzung in %			Behandlung	Verwendungs- beispiele
		Cu	Zusätze	Zn		
Gußmessing 63	<i>GMs 63</i>	63	< 3 Pb	} Rest	} Bearbeiten mit spanab- hebenden Werkzeugen	} Gehäuse, Armaturen usw.
Gußmessing 67	<i>GMs 67</i>	67	< 3 Pb			
Sondermessing, ge- gossen	<i>So—GMs</i>	55—60	Mn + Al + Fe + Sn bis zu 7,5% nach Wahl, bezügl. Ni vgl. DIN 1709 Bl. 2			

II. Walz- und Schmiedemessing.

Benennung	Kurzzeichen	Ungefähre Zusammensetzung in %			Behandlung	Verwendungsbeispiele
		Cu	Zusätze	Zn		
Hartmessing (Schraubemessing)	<i>Ms</i> 58	58	2 Pb	Rest	Warmpressen, Schmieden, Bearbeiten mit spanabhebenden Werkzeugen	Stangen für Schrauben, Drehteile, Profile für Elektrotechnik, Warmpreßstücke aller Art
Schmiedemessing (Muntz-Metall)	<i>Ms</i> 60	60	—	Rest	Warmpressen, Schmieden, Bearbeiten mit spanabhebenden Werkzeugen, mäßiges Biegen und Prägen	Stangen, Drähte, Bleche und Rohre, Kondensatorrohrplatten, Vorwärmer und Kühlerrohre
Druckmessing	<i>Ms</i> 63	63	—	Rest	Ziehen, Drücken, Prägen, Hartlöten mit leichtflüssigem Schlaglot oder Silberlot	Bleche, Bänder, Drähte, Stangen, Profile für Metallwarenherstellung u. Apparatebau, Rohre im Schiffbau
Halbtombak (Lötmessing)	<i>Ms</i> 67	67	—	Rest	Ziehen, Drücken (Kaltbearbeiten), Hartlöten bei hohen Anforderungen	Bleche, Rohre, Stangen, Profile, Drähte, Holzschrauben, Federn, Patronenhülsen
Gelbtombak (Schaufelmessing)	<i>Ms</i> 72	72	—	Rest	Ziehen, Drücken, Prägen (Kaltbearbeiten) bei höchsten Anforderungen an Dehn- und Haltbarkeit	Drähte, Bleche, Turbinenschaufeln
Sondermessing, gewalzt	<i>So—Ms</i>	55—60	Mn + Al + Fe + Sn bis zu 7,5% nach Wahl, bezügl. Ni vgl. Halbzeugblatt	Rest	Warmpressen, Schmieden	Kolbenstangen, Verschraubungen, Stangen zu Ventilspindeln, Profile, Dampfturbinschaufeln für ND-Stufen, Bleche, Rohre, Warmpreßteile von hoher Festigkeit

Kleine Zusätze von Blei haben den Zweck, das Messing unter Bildung kurzer, „spritziger“ Späne leicht bearbeitbar zu machen.

2. Festigkeitsverhältnisse.

Die mechanischen Eigenschaften der Messingsorten sind denen der Bronze ähnlich. Nach den Linien der Abb. 126 nimmt die Festigkeit mit wachsendem Zinkgehalt zunächst langsam, dann aber rasch zu und erreicht einen Höchstwert bei etwa 43% Zink. Mehr Zink läßt sie ziemlich plötzlich auf sehr geringe Werte sinken. Die Dehnung zeigt einen Höchstwert bei etwa 30% Zinkgehalt, entsprechend der weitgehenden Verarbeitungsmöglichkeit dieser Legierung durch Pressen, Ziehen usw., fällt dann aber ebenfalls stark ab. Durch die damit verbundene Sprödigkeit ist das Gebiet der praktisch verwandten Kupfer-Zinklegierungen durch 42% Zink begrenzt. Höhere Gehalte kommen im wesentlichen nur bei den im gekörnten Zustande verwandten Hartloten zwecks Erniedrigung des Schmelzpunktes vor. Bei der erstmaligen Belastung gegossenen Messings treten bald bleibende Formänderungen auf; es fehlt die Verhältnismäßigkeit zwischen Spannungen und Dehnungen. Durch Recken im warmen und noch mehr im kalten Zustande wird Messing vollkommen elastisch, wobei die Lage der Elastizitätsgrenze wiederum von dem Betrage abhängt, um den der Werkstoff gestreckt wurde. Durch Recken hart gewordenes Messing kann umgekehrt durch Glühen unter Sinken der Elastizitäts- und Fließgrenze, sowie der Festigkeit, aber unter Vergrößerung der Dehnung weichgemacht werden, wie Abb. 127 nachweist. Schaulinie I, an einem Normalstabe aus gewalztem Messing ermittelt, zeigt die Elastizitätsgrenze bei 900 kg/cm² und die nicht ausgeprägte Fließgrenze bei 2900 kg/cm². Nach Linie II, an einem Stabe aus derselben

Stange, aber nach Ausglühen bei 610° gefunden, war die Elastizitätsgrenze schon bei 300 kg/cm² Spannung überschritten, während die Fließgrenze bei 1300 kg/cm² lag. Die Zugfestigkeit fiel von 4460 beim ersten Versuch auf 4090 kg/cm² beim zweiten; die Dehnung aber stieg von 16 auf 36%.

Der nicht ausgeprägten Fließgrenze und dem meist bei der Höchstbelastung plötzlich eintretenden Bruche entsprechend verteilt sich der Streckvorgang bei Zugversuchen annähernd gleichmäßig auf der ganzen Meßlänge. Die Bruchstelle weist nur geringe örtliche Einschnürung auf.

WarmzerreiBversuche von Charpy an Messing mit ungefähr 40% Zinkgehalt [II, 26] ergaben bis zu 250° C eine allmähliche Abnahme der Zugfestigkeit auf 55 bis 60%, aber keine wesentliche Verkleinerung der Zahlen für die Dehnung und die Querschnittsverminderung. Bach [II, 2] fand an Preßmessing eine stetige Abnahme der Zugfestigkeit und eine Zunahme der Bruchdehnung selbst bis 400° C nach der folgenden Zahlenreihe.

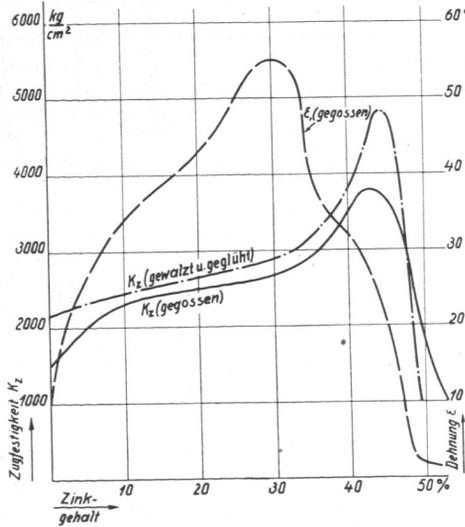


Abb. 126. Mechanische Eigenschaften gegossener und gewalzter Kupfer-Zinklegierungen (Kudriumow, Reason und Charpy).

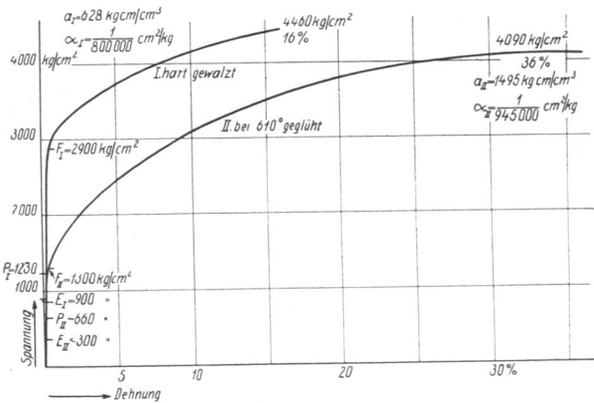


Abb. 127. Zugversuche an hartgewalztem und ausgeglühtem Messing (Verfasser).

Warmzugsversuche an Preßmessing, Bach.

Wärmegrad	Lufttemp.	100° C	200° C	300° C	400° C
Zugfestigkeit K_z	4674	4001	2939	1547	508 kg/cm ²
Streckgrenze rund.	1600	1400	1600	1200	400 kg/cm ²
Bruchdehnung δ	37,6	38,8	44,5	57,3	75,0 ⁰ / ₀

Der Druckversuch, Abb. 128, zeigt an der Quetschgrenze Q etwa dieselbe Spannung wie der Zugversuch an der Fließgrenze F bei Messing gleicher Zusammensetzung und Vorbehandlung.

Näheres über die bei Versuchen gefundenen Festigkeitszahlen verschiedener Messingarten gibt die Zusammenstellung 41.

Sondermessing. Durch geringe Zusätze von Eisen, Mangan, Aluminium und Phosphor, die sich jedoch vielfach nur auf Grund besonderer Verfahren unter Benutzung von Hilfslegierungen zuführen lassen, können die Schmiedbarkeit und die Festigkeitseigenschaften des gewöhnlichen Messings noch wesentlich verbessert werden. U. a. gehören hierhin das Deltametall der A.-G. Al. Dick & Co., Düsseldorf, und das Duranametall der Dürener Metallwerke, Düren. Das Deltametall wird hauptsächlich in drei Sorten in Form von Barren zum Gießen, von Stangen, Draht, Blech usw. geliefert. Das Einheitsgewicht liegt zwischen 8,0 und 8,6 kg/dm³, der Schmelzpunkt zwischen 900 und 1000°. Einen Zugversuch an Deltametall gibt Abb. 129 wieder.

Vom Duranametall werden 8 Marken mehrerer Härtegrade für verschiedene Zwecke in den Handel gebracht. Ihre Schmelzpunkte liegen bei etwa 950°. Beim Gießen neigt

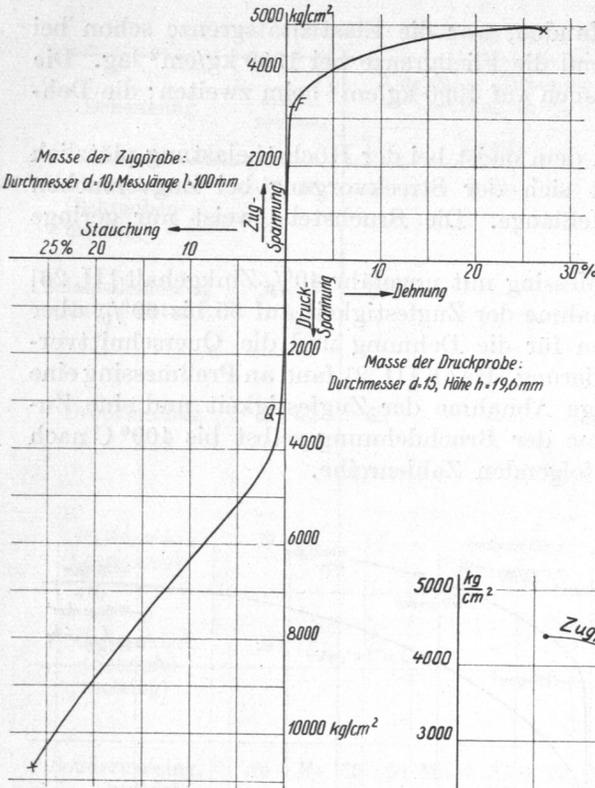


Abb. 128. Zug- und Druckversuch an Messing (Verfasser).

das Metall infolge der starken Schwindung zur Lunkerbildung und verlangt besondere Vorsichtsmaßregeln, namentlich hohe verlorene Köpfe, wenn dichte und gleichmäßige Gußstücke entstehen sollen. Die Festigkeit derselben kommt aber derjenigen gewalzten Messings gleich oder übertrifft sie sogar, vgl. die folgende Zusammenstellung. Zugversuche Stribecks von langer Dauer [II, 27] die für den Gebrauchswert der Legierungen wichtig und kennzeichnend sind, lieferten niedrigere Werte als rasch durchgeführte, zeigten aber doch, daß das Metall im Vergleich zu den Zinnbronzen noch zwischen 200 und 350° recht zäh ist. Allerdings fallen die Spannung an der

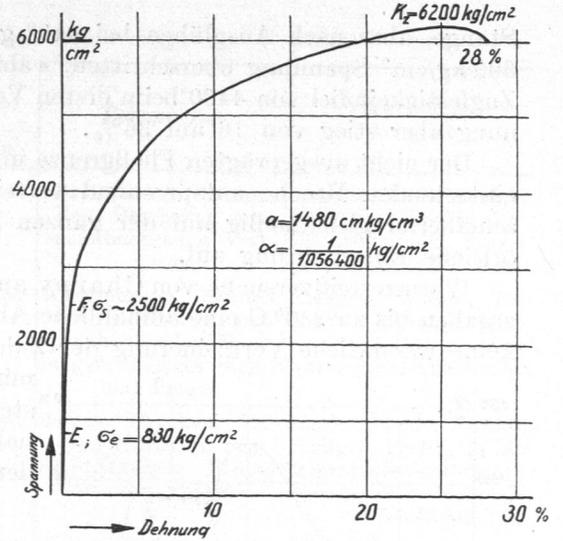


Abb. 129. Zugversuch an Deltametall.

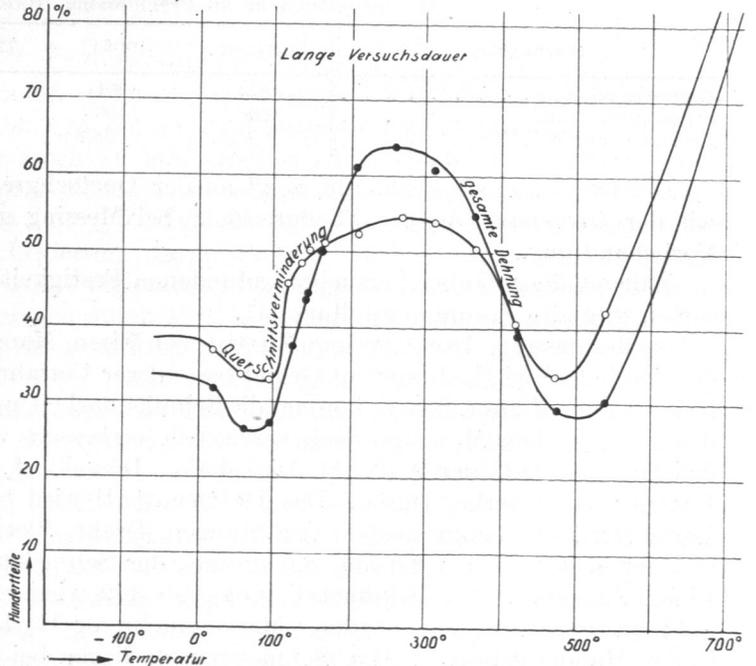
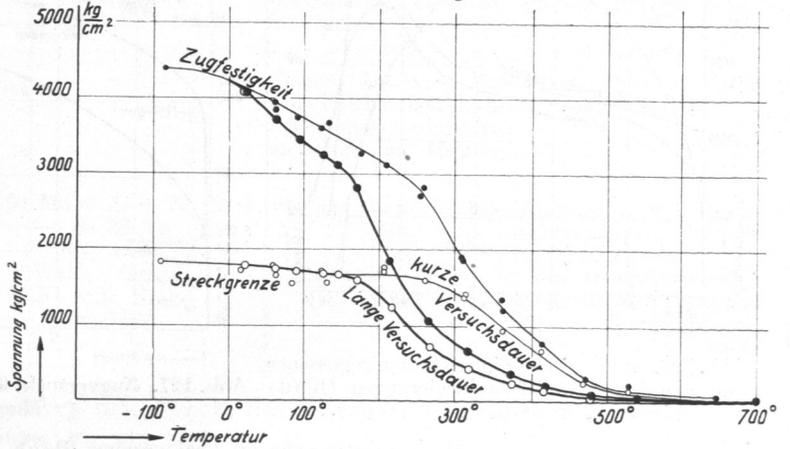


Abb. 130 und 131. Einfluß der Temperatur auf die Festigkeitseigenschaften von Duranetall (Stribeck).

Streckgrenze und die Zugfestigkeit schon von 200° an, Abb. 130, andererseits steigt aber die Dehnung und Querschnittverminderung stark, Abb. 131, so daß das Duranametall in seinen Eigenschaften etwa gutem Stahlguß gleichkommt und für Wärmegrade bis 300° unter mäßigen Beanspruchungen noch empfohlen werden kann.

Die große Geschmeidigkeit der erwähnten Sondermessingarten bei gewöhnlichen Wärmegraden gestattet eine beträchtliche Steigerung der Zugfestigkeit durch Kaltrecken, diejenige im warmen Zustande die Verarbeitung durch Schmieden in Gesenken und durch Pressen nach dem Dickschen Verfahren. Zudem durch große Widerstandsfähigkeit gegen atmosphärische und chemische Einflüsse ausgezeichnet, wird Sondermessing im Maschinenbau bei erhöhten Anforderungen zu ähnlichen Zwecken wie die gewöhnlichen Bronzen, namentlich aber in ausgedehntem Maße zu Schiffsteilen angewendet. Wellenüberzüge, Schiffsschrauben und Schraubenwellen, Kolbenstangen, Ventilspindeln, Kondensatorplatten, Ventilteller und Sitze, Teile des Kraftwagen- und Fahrradbaues, die größeren Beanspruchungen ausgesetzt sind, aber nicht in Eisen ausgeführt werden können, bieten Beispiele dafür. Die französische Marine hat ihre Anwendung auf Gußstücke bei Dampfspannungen von mehr als 15 at unter den in der Zusammenstellung angegebenen Abnahmebedingungen zugelassen.

Zusammenstellung 41. Messingsorten.

	Fließgrenze kg/cm ²	Zug- festigkeit K_z kg/cm ²	Dehnung δ %	Ein- schnürung η %	Bemerkungen
Messing, gegossen	—	1200—1800	20—10	25—15	$\alpha = \frac{1}{800000} \text{ cm}^2/\text{kg}$
„ gewalzt, gehämmert . .	—	2000—3000	50—30	60—40	—
„ gezogen	—	4000—5000	—	—	—
„ hart gezogen, Abb. 127, I	2900	4460	16	—	$\alpha = \frac{1}{800000} \text{ cm}^2/\text{kg}$
„ gegläht, Abb. 127, II .	1300	4090	36	—	$\alpha = \frac{1}{945000} \text{ cm}^2/\text{kg}$
Deltametall					
Nr. I in Sand gegossen. <small>Je 5 Ver- suche der K. mech. techn.</small>	2840—3080	5220—6090	5,7—12,9	10,5—15,1	—
Nr. I gepreßt	i. M. 3180	6880	21,8	27	—
Nr. II in Sand gegossen	i. M. 2370	4650	20,5	19,9	—
Nr. II gepreßt	i. M. 2740	5970	19	28	—
Nr. IV in Sand gegossen	1900—1400	3570—3980	25,8—42,9	25,1—37,2	—
Nr. IV geschmiedet . . .	i. M. 1690	4430	36,2	40	$\alpha = \frac{1}{1050000} \text{ cm}^2/\text{kg}$
Nr. IV gepreßt	1650	4500	31,4	35	
Duranametall:					
B 1 — B 3, in Sand gegossen, je nach Legierung	1800—3500	4150—7000	33—20	38—20	—
B2 geschmiedet und kalt ver- dichtet	4200	5500	18	30	—
ML und MF geschmiedet oder ge- preßt, ausgeglüht	1500	4200	41	54	$\alpha = \frac{1}{1054000} \text{ cm}^2/\text{kg}$
Dasselbe, kalt verdichtet	2500	4800	22	32	—
Abnahmebedingungen der franz.					
Marine bei 15°	1200	3500	18	—	—
bei 215°	1500	2500	20	—	—

D. Aluminiumlegierungen.

1. Aluminiumbronzen.

Von den Legierungen des Aluminiums mit Kupfer werden technisch bisher einerseits solche bis zu 10%, andererseits sehr kupferreiche von mehr als 85% verwandt. Ihre mechanischen Eigenschaften sind in den Linien der Abb. 132 gekennzeichnet. In beiden Fällen treten Erhöhungen der Festigkeit, bei der zweiten Gruppe sogar unter gleichzeitiger beträchtlicher Vergrößerung der Dehnung auf, wobei allerdings die zahlenmäßig

sehr hohen Werte der Abbildung wohl auf kurze Meßlängen im Verhältnis zum Querschnitt der Proben zurückzuführen sind.

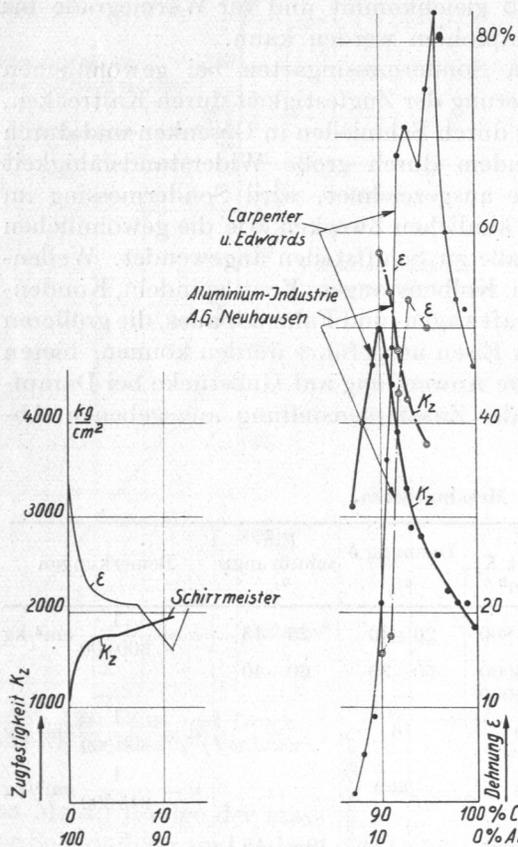


Abb. 132. Mechanische Eigenschaften der Aluminium-Kupferlegierungen.

Die hoch aluminiumhaltigen Legierungen sind wichtige Werkstoffe des Leichtbaues und werden vor allem zur Herstellung von Gußstücken benutzt. Die zweite Gruppe bildet die Aluminiumbronzten. Durch das Hinzufügen mäßiger Mengen Aluminiums zum Kupfer wird die Gießbarkeit nicht gesteigert; infolge des großen Schwindmaßes von 1,8 bis 2% neigen die Gußstücke zum Saugen und Undichtwerden. Wohl aber wird die beträchtliche Steigerung der Festigkeit und der Zähigkeit bei Gehalten bis zu 10% Aluminium an gewalzten und geschmiedeten Teilen ausgenutzt. Bronzen mit großen Aluminiummengen sind sehr hart, aber auch sehr spröde.

Die Aluminiumbronzten haben eine rotgoldene bis hellgelbe Farbe, lassen sich zwischen Dunkel- und Hellkirschrotglut (bei etwa 900°) leicht schmieden, kalt auf Werkzeugmaschinen gut bearbeiten und hart löten. Das Einheitsgewicht sinkt von 8,32 bei 5% auf 7,52 kg/dm³ bei 10% Aluminium.

Die Bronzen, insbesondere diejenige mit 10% Aluminium, sind sehr widerstandsfähig gegen Oxydation und Säuren und werden als Ersatz der Zinn- und Phosphorbronzten empfohlen. Näheres in der Schrift über Aluminium und Aluminiumlegierungen der Aluminiumindustrie A.-G. Neuhausen a. Rh.

Zusammenstellung 42. Aluminiumbronzten.

	Streckgrenze σ_s kg/cm²	Zugfestigkeit K_z kg/cm²	Bruchdehnung δ %
Bronze mit 5% Aluminium, geschmiedet	1300	3800	50,0
„ „ 5% „ „ gewalzt	1450	4550	74,5
„ „ 7% „ „ geschmiedet	1550	4250	53,0
„ „ 8% „ „ geschmiedet	2000	4770	43,0
„ „ 9% „ „ geschmiedet	3000	5370	17,5
„ „ 10% „ „ geschmiedet	3250	5780	15,7
Aluminiumbronzte Nr. 743, geschmiedet	4500	6500	2,5

Auch Aluminium-Zinklegierungen mit 7 bis 14% Zink neben etwa 2,5% Kupfer werden für Gußteile viel verwendet. Sie sind billiger und besitzen größere Festigkeit als das reine Aluminium; dagegen nimmt die Dehnung mit steigendem Zinkgehalt ab.

Große Bedeutung haben in neuerer Zeit Legierungen des Aluminiums mit Silizium, z. B. das Silumin, bekommen.

Auch auf das Messing mit Gehalten bis zu 33% Zink wirken geringe Aluminiummengen verbessernd.

2. Duralumin.

Die von den Dürener Metallwerken in Düren hergestellte Legierung wird in drei Sorten: 681 B 1/3, 681 B und Z geliefert, hat neben Aluminium stets den gleichen Gehalt von 0,5% Magnesium, zwischen 3,5 und 4,5% Kupfer, 0,25 bis 1% Mangan und zeichnet

sich bei geringem Gewicht, das zwischen 2,77 und 2,84 kg/dm³ liegt, durch große Festigkeit aus. Es läßt sich in weichem Zustande kalt durch Walzen, Pressen, Ziehen, warm durch Schmieden und in Gesenken verarbeiten, zeigt dagegen, in Sandformen gegossen, keine wesentlich besseren Eigenschaften als die bekannten, zinkhaltigen Aluminiumlegierungen, so daß Formguß nicht geliefert wird.

Eigentümlich ist die Erscheinung, daß es nach einer vorhergehenden gründlichen Durcharbeitung durch Warm Schmieden, -walzen, oder -pressen, auf 480 bis 520° erhitzt, nach rascher Abkühlung im Laufe der Zeit steigende Festigkeit ohne Verringerung der Dehnung annimmt, sich also auf diese Weise veredeln läßt. Eine Zunahme ist noch nach mehreren Tagen nachweisbar. Durch Erwärmen auf mehr als 180° kann ein Anlassen bewirkt, durch Ausglühen bei 300 bis 350° der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt werden.

Zusammenstellung 43. Duralumin.

Legierung	Zustand	Streckgrenze $\sigma_{0,2}$ kg/cm ²	Zugfestigkeit $K_z^{1)}$ kg/cm ²	Dehnung $\delta^{1)}$ %	Kerb- zähigkeit cmkg/cm ²	Bri- nell- härte	Elastizitätszahl α cm ² /kg
681 B ^{1/3}	veredelt	2400...2700	3800...4100	18...21	140...158	115	$\left\{ \begin{array}{c} \frac{1}{650000} \dots \frac{1}{720000} \end{array} \right.$
	kalt nachverdichtet, Härte ^{1/2}	3000...3200	4000...4400	14...16	115...145	122	
681 B	veredelt	2600...2800	3800...4200	18...20	132...149	118	$\left\{ \begin{array}{c} \frac{1}{710000} \dots \frac{1}{740000} \end{array} \right.$
	kalt nachverdichtet, Härte ^{1/2}	3200...3400	4300...4600	12...15	105...116	125	
Z	veredelt	2700...2900	4100...4400	17...19	100...115	120	
	kalt nachverdichtet, Härte ^{1/2}	3300...3500	4400...4700	10...14	88...100	[128]	

1) Die höheren Werte beziehen sich auf dünne Proben.

Das Metall ist wetterbeständiger als Aluminium und zeigt große Widerstandsfähigkeit gegen Schwefel- und Salpetersäure. Von Quecksilber wird es nicht angegriffen. Als Werkstoff kommt es da in Betracht, wo große Leichtigkeit neben hoher Festigkeit verlangt wird, u. a. im Luftschiff- und Luftfahrzeugbau, ferner im Boot- und Schiffbau, sowohl zur Vergrößerung des Auftriebs, wie auch wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen Seewasser, zu Zahn- und Schneckenrädern, zu leichten Schubstangen, die unmittelbar auf den Stahlzapfen laufen können usw. Zur Verbindung der einzelnen Teile sollten Nieten und Schrauben aus gleichem Stoff oder höchstens Eisen und Stahl, nicht aber aus Bronze, Kupfer, Messing u. dgl. verwendet werden, weil sonst Zersetzungen durch galvanische Ströme eintreten.

Nähere Angaben in den Druckschriften der Dürener Metallwerke.

E. Elektron.

In der Hauptsache aus Magnesium bestehend, ist das Elektron mit einem Einheitsgewicht von 1,73 bis 1,84 kg/dm³ der leichteste uns zur Verfügung stehende Werkstoff. Der Schmelzpunkt der im Handel befindlichen Legierungen liegt zwischen 630 und 650°. Festigkeitsziffern sowie Anwendungsgebiete gibt die folgende Zusammenstellung. Das Elektron besitzt geringe chemische Widerstandsfähigkeit gegen schwache Säuren und Salzlösungen, sowie gegen die gleichzeitige Einwirkung von Wasser und Luft und bedarf deshalb besonderer Schutzüberzüge, findet aber zunehmende Verwendung im Flugzeug- und Luftschiff- sowie im Krafradbau. Bei der Prüfung der Leichtkolben für Verbrennungsmotoren hatte es sich durch seine große Wärmeleitfähigkeit und gute Laufspiegelbildung besonders ausgezeichnet. Im übrigen wird es im Maschinenbau zu ähnlichen Zwecken wie das Aluminium verwandt. Hervorzuheben ist seine Unempfindlichkeit gegenüber Flußsäure und konzentrierten Laugen [II, 32, 33].

Zusammenstellung 44. **Elektron.**

Legierung und Anwendungsgebiete		Vor- behandlung	Zugfestigkeit kg/cm ²	Dehnung %	
CM	Elektr. Stromleitungen	gepreßt	1800—2200	20	—
		hart gewalzt	2000—2200	3—5	—
Z 1	Drehteile, Profile, Bleche, Drähte . . .	gegossen	1200—1500	1,5—3	—
		gepreßt	2600—2800	18—22	—
		hart gewalzt	2900—3200	2—3	—
AZM	Desgl. bei hohen Anforderungen . . .	gepreßt	2900—3100	12—14	—
		hart gewalzt	3200—3900	2—4	—
AZ	Gußteile.	gegossen	1200—1500	2—4	Schwindmaß 1,1%

F. Weißmetalle.

Weißmetalle, aus Zinn, Blei, Antimon und Kupfer zusammengesetzt, sind in erster Linie wichtige Lagermetalle. Schalen aus Gußeisen, Stahlguß und Bronze werden mit ihnen in dünner, die Lauffläche bildender Schicht ausgegossen. Zu dem Zwecke müssen die Legierungen genügend hart sein, um den Zapfendruck auszuhalten, ohne daß die Schmiernuten verdrückt werden oder sich zusetzen, andererseits aber auch so weich sein, daß sich die Laufflächen den Wellen anschmiegen und das Einlaufen erleichtern. Nach Untersuchungen von Charpy [II, 28] eignen sich dazu Mischungen, in denen harte Kristalle in einer weichen Grundmasse ausgeschieden sind. Die ersteren tragen die Zapfen, drücken sich aber bei örtlich zu hohen Pressungen in die Grundmasse ein und bewirken so ein rasches Anpassen der Schalen ohne Schädigung oder Gefährdung der Zapfen. So bilden in den Blei-Zinn-Antimonlegierungen Antimonkristalle, in den Zinn-Kupfer-Antimonlegierungen Nadeln aus SnCu₃ und SbSn die harten, tragenden Bestandteile. Die Beanspruchung auf Druck an der Quetschgrenze, an würfelförmigen Proben ermittelt, soll etwa 150 bis 200 kg/cm² betragen.

Weiterhin bietet das Ausgießen der Lagerschalen mit Weißmetallen den Vorteil, daß die Wellen selbst beim Ausschmelzen der Lager infolge starken Warmlaufens nicht angegriffen werden, solange sie nicht mit dem harten Metall der eigentlichen Lagerschale in Berührung kommen. Da nämlich das Auslaufen infolge der Eigenschaft der Legierungen, in einem Temperaturbereich flüssig zu werden, stets längere Zeit erfordert, läßt sich die Maschine meist noch rechtzeitig abstellen und so größerer Schaden vermeiden. Der untere Schmelzpunkt der Weißmetalle pflegt bei 250 . . . 300° zu liegen. Schließlich ist der Ersatz abgenutzter oder beschädigter Laufflächen durch Neuausgießen der Schalen leicht möglich.

Genügende Gleichmäßigkeit und Feinkörnigkeit werden durch rasche Abkühlung nach dem Gießen erreicht, indem die Masse um einen eisernen Dorn oder manchmal um den Zapfen selbst herumgegossen wird. Zweckmäßigerweise wird der Einguß durch späteres Hämmern, Kaltwalzen oder Durchpressen eines Dornes noch weiter verdichtet.

Zu den folgenden Angaben über die gebräuchlichen Zusammensetzungen von Weißmetallen ist zu bemerken, daß im allgemeinen Zinn und Blei die weichen, Antimon und Kupfer die harten Bestandteile bilden. Bei hohen Flächendrücken wird man einen größeren Anteil von härteren Metallen wählen, bei niedrigen Pressungen weichere Stoffe vorziehen. Spröde Lagermetalle sind insbesondere für plötzliche und stoßartige Belastungen ungeeignet.

Zur Herstellung gibt Garbe in den „Lokomotiven der Gegenwart“ die folgende Vorschrift: 1 kg Kupfer wird mit 2 kg Antimon (regulus) und 6 kg vollkommen reinem Zinn zusammengeschmolzen. Das Antimon wird zugesetzt, wenn das Kupfer geschmolzen ist und, nachdem beide Metalle flüssig sind, das Zinn. Diese Legierung wird in dünne Platten ausgegossen und von ihr je 9 kg mit 9 kg reinem Zinn zusammengeschmolzen. Das Ganze wird sodann in 15 mm starke Platten (in Metallschalen) ausgegossen und ist damit zur Verwendung fertig. Größere Mengen, als vorstehend angegeben, sollen mit einem Mal nicht eingeschmolzen werden.

Zusammenstellung 45. Zusammensetzung der Weißmetalle in Hundertteilen.

	Zinn	Blei	Antimon	Kupfer	Bemerkungen
Lagermetall der preuß. Staatseisenbahnverwaltung ¹⁾	83,3	—	11,1	5,6	DurchZusammenschmelzen von gleichen Teilen Zinn und einer Legierung aus 11,1 Cu, 22,2 Sb, 66,7 Sn
Für Lokomotiv- und Tenderachslager (Hütte)	78,4	—	12,6	9	—
Nach Charpy	10–20	80–62	10–18	—	—
Bleikomposition	—	85–75	15–25	—	Billig, bei großem Antimon Gehalt hart
Achslagermetall für Zentrifugenlager (Wüst) .	55	Nickel 5	5	35	—

¹⁾ Von der Compagnie des chemins de fer de l'Est schon lange angewandt; nach den Untersuchungen von Charpy ein sehr gutes Weißmetall, bei dem 3 bis 4% Abweichungen in der Zusammensetzung zulässig sind.

Das Antimon darf höchstens 1% Verunreinigungen und hiervon nicht mehr als 0,1% Arsen, das Zinn nicht mehr als 0,2% Fremdstoffe enthalten.

Nach der DIN 1703 wird Weißmetall nach dem Zinngehalt in Hundertteilen bezeichnet und in Blöcken, Barren und Platten in den folgenden Zusammensetzungen geliefert:

Zusammenstellung 46. Weißmetalle nach DIN 1703.

Benennung	Kurzzeichen	Zusammensetzung %				Einheitsgewicht kg/dm ³
		Sn	Sb	Cu	Pb	
[Weißmetall 80 F ²⁾	WM 80 F	80	10	10	—	7,5]
Weißmetall 80	WM 80	80	12	6	2	7,5
Weißmetall 70	WM 70	70	13	5	12	7,7
[Weißmetall 50 ³⁾	WM 50	50	14	3	33	8,2]
Weißmetall 42	WM 42	42	14	3	41	8,5
Weißmetall 20	WM 20	20	14	2	64	9,4
Weißmetall 10	WM 10	10	15	1,5	73,5	9,7
Weißmetall 5	WM 5	5	15	1,5	78,5	10,1

²⁾ WM 80 F soll nur verwendet werden, wenn Bleifreiheit unerlässlich ist, sonst ist es durch WM 80 zu ersetzen.

³⁾ WM 50 ist möglichst durch WM 42 zu ersetzen.

Über die zulässigen Abweichungen bezüglich der Zusammensetzung und der Verunreinigungen vgl. DIN 1703.

G. Lote.

Lote sind metallische Bindemittel. Man unterscheidet zwei Hauptarten: Schlag- oder Hartlote und Lötzinn oder Weichlote. Schlaglote sind dem Messing ähnliche, jedoch zinkreichere Legierungen zwischen Kupfer und Zink, die nach der DIN 1711 durch das Kurzzeichen *MsL* mit dem Gehalt an Kupfer in Hundertteilen bezeichnet, in gekörntem Zustande in folgenden Sorten geliefert werden.

Zusammenstellung 47. Schlaglote nach DIN 1711.

Benennung	Kurzzeichen	Zusammensetzung %		Schmelzpunkt °C	Verwendung
		Cu	Zn		
Schlaglot 42	<i>MsL</i> 42	42	Rest	820	Lötung von Messing mit mehr als 60% Cu
Schlaglot 45	<i>MsL</i> 45	45	Rest	835	2. u. 3. Lötung von Messing mit 67% Cu aufwärts
Schlaglot 51	<i>MsL</i> 51	51	Rest	850	Lötung von Kupferlegierungen mit 68% Cu und mehr
Schlaglot 54	<i>MsL</i> 54	54	Rest	875	Wie <i>MsL</i> 51 und für Kupfer, Rotguss, Bronze, Eisen, Bandsägen

Für den Kupfer- und Zinkgehalt sind Abweichungen von $\pm 1\%$ zulässig. Bei Bestellungen ist neben dem Kurzzeichen die DIN-Nummer anzuführen, z. B. Schlaglot mit 42% Kupfer durch *MsL* 42 DIN 1711 zu bezeichnen.

Silberlote mit Zusätzen von Silber dienen zum Löten von Messing mit 58 und mehr % Kupfer sowie von Bronzestücken und geben, da sie besser fließen, sauberere Lötstellen. Über die Sorten vgl. DIN 1710.

Lötzinn wird gemäß DIN 1707 durch die Abkürzung SnL und den Gehalt an Zinn in Hundertteilen bezeichnet, z. B. SnL 50 DIN 1707, und in folgenden Sorten in Form von Blöcken, Platten oder Stangen geliefert.

Zusammenstellung 48. Lötzinn nach DIN 1707.

Benennung	Kurzzeichen	Zusammensetzung %		Verwendung
		Sn	Pb	
Lötzinn 25	SnL 25	25	75	Für Flammenlötlung. Für Kolbenlötlung nicht geeignet
Lötzinn 30	SnL 30	30	70	Bau- und grobe Klempnerarbeit
Lötzinn 33	SnL 33	33	67	Zinkbleche und verzinkte Bleche
Lötzinn 40	SnL 40	40	60	Messing- und Weißblechlötung
Lötzinn 50	SnL 50	50	50	Messing- und Weißblechlötung für Elektrizitätszähler, Gasmesser und in der Konservenindustrie
Lötzinn 60	SnL 60	60	40	Lot für leichtschmelzende Metallgegenstände; feine Lötungen, z. B. in der Elektroindustrie
Lötzinn 90	SnL 90	90	10	Besondere, durch gesundheitliche Rücksichten bedingte Anwendungen

Der Zinngehalt muß auf $\pm 0,5\%$ eingehalten werden. Über sonstige Nebenbestandteile und zulässige Abweichungen vgl. DIN 1707.

Die Schmelzpunkte sind dem Erstarrungsbild, Abb. 133, zu entnehmen, in welchem über den Gehalten an Zinn und Blei, die auf der Grundlinie aufgetragen sind, die Schmelzpunkte angegeben sind. Allen Legierungen zwischen 17 und 97% Zinn ist eine untere, eutektische Schmelztemperatur von 181° gemeinsam, Linie *ADB*, während der gebrochene Linienzug *CDE* die oberen Schmelzpunkte kennzeichnet, bei deren Überschreitung die gesamte Masse flüssig ist. Die Strecken auf den Ordinaten zwischen den Linien der oberen und unteren Schmelzpunkte geben den Temperaturbereich an, in dem das betreffende Lot erstarrt — Lot SnL 40 z. B. zwischen 244 und 181° .

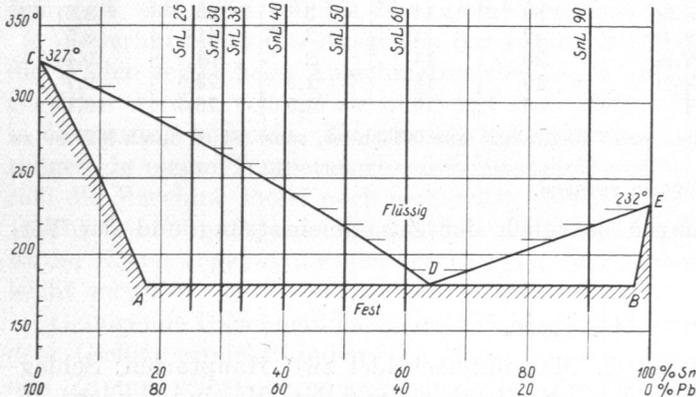


Abb. 133. Schmelzpunkte der normalen Weichlote.

V. Nichtmetallische Werkstoffe.

A. Hölzer.

Holz setzt sich aus dem Holzstoff, der das feste Zellgewebe bildet und dem Saft, aus Wasser mit organischen und anorganischen Stoffen bestehend, zusammen. Sein Gefüge ist infolge des jährlichen Wachstums und der Eigentümlichkeit der Zellen, sich vorwiegend mit ihrer Längsachse gleichlaufend zu der des Stammes anzuordnen, nicht einheitlich und bedingt die bedeutenden Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit des Holzes nach den verschiedenen Richtungen. In frisch gefällttem Zustande ist der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes groß und beträgt bis 40% ; er nimmt beim Lagern an der Luft langsam ab, bis der lufttrockne Zustand mit etwa 15% erreicht ist, in welchen das Holz selbst nach weitergehender, künstlicher Trocknung wieder zurückkehrt.