

Zusammenstellung 39. Mechanische Eigenschaften von Bronzen.

	Fließgrenze $\sigma_s$ kg/cm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit $K_z$ kg/cm <sup>2</sup>	Bruchdehnung $\delta$ %	Ein-schnü- rung $\psi$ %	Deh-nungs- ziffer $\alpha$ cm <sup>2</sup> /kg	Bemerkungen
Zinnbronze, gegossen . . . . .	—	2000—3200	15—6	30—10	—	Bach [II, 2]
„ mit 60% Zinn, kalt ge- walzt . . . . .	—	~ 5000	10	30	—	
Phosphorbronze, gegossen . . . . .	—	3500—4500	30—10	30—10	—	Bach [II, 24] „ [II, 2] Vgl. a. „ [II, 2] Abb.125
„ kalt gewalzt . . . . .	—	~ 6000	—	—	—	
Rotguß . . . . .	—	1600—2000	6—20	10	$\frac{1}{900000}$	Bach [II, 24] „ [II, 2] Vgl. a. „ [II, 2] Abb.125
Bronze der Versuche, Abb. 122 . . . . .	—	2395	36,3	52,1	—	
Hochwertige Bronzen . . . . .	—	3200—5000	—	—	—	Bach [II, 24] „ [II, 2] Vgl. a. „ [II, 2] Abb.125
Warm geschmiedete, hochwertige Bronzen . . . . .	—	5000—8800	38—8	38—10	$\frac{1}{1100000}$	
Durana-Manganbronze, je nach dem Grad der Kaltbearbeitung, Düre- ner Metall-Werke . . . . .	—	4100—6300	28—8	—	—	Bach [II, 24] „ [II, 2] Vgl. a. „ [II, 2] Abb.125
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		Bearbeiten mit spanab- hebenden Werkzeugen, Hartlöten	
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		Bearbeiten mit spanab- hebenden Werkzeugen	Schiffsschrauben, kleine Lager, Überwurfmüt- tern, Grundringe, Bes- schlagteile, Schiffsfen- ster, Gußstücke von hoher Festigkeit

## II. Walz- und Schmiedemessing.

Benennung	Kurzzeichen	Ungefähre Zusammensetzung in %			Behandlung	Verwendungsbeispiele
		Cu	Zusätze	Zn		
Hartmessing (Schraubemessing)	<i>Ms 58</i>	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 60</i>	60	—	Rest	Warmpressen, Schmieden, Bearbeiten mit spanabhebenden Werkzeugen, mäßiges Biegen und Prägen	Stangen, Drähte, Bleche und Rohre, Kondensatorrohrplatten, Vorwärmer und Kühlerrohre
Druckmessing	<i>Ms 63</i>	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 67</i>	67	—	Rest	Ziehen, Drücken (Kaltbearbeiten), Hartlöten bei hohen Anforderungen	Bleche, Rohre, Stangen, Profile, Drähte, Holzschrauben, Federn, Patronenhülsen
Gelbtombak (Schaufelmessing)	<i>Ms 72</i>	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, Dampfturbinenschaufeln 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/cm<sup>2</sup> und die nicht ausgeprägte Fließgrenze bei 2900 kg/cm<sup>2</sup>. Nach Linie II, an einem Stabe aus derselben

Stange, aber nach Ausglühen bei 610<sup>0</sup> gefunden, war die Elastizitätsgrenze schon bei 300 kg/cm<sup>2</sup> Spannung überschritten, während die Fließgrenze bei 1300 kg/cm<sup>2</sup> lag. Die Zugfestigkeit fiel von 4460 beim ersten Versuch auf 4090 kg/cm<sup>2</sup> beim zweiten; die Dehnung aber stieg von 16 auf 36<sup>0</sup>/<sub>10</sub>.

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.

Warmzerreiversuche von Charpy an Messing mit ungefähr 40<sup>0</sup>/<sub>10</sub> Zinkgehalt [II, 26] ergaben bis zu 250<sup>0</sup> C eine allmähliche Abnahme der Zugfestigkeit auf 55 bis 60<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, aber keine wesentliche Verkleinerung der Zahlen für die Dehnung und die Querschnittsverminderung. Bach [II, 2] fand an Premessing eine stetige Abnahme der Zugfestigkeit und eine Zunahme der Bruchdehnung selbst bis 400<sup>0</sup> C nach der folgenden Zahlenreihe.

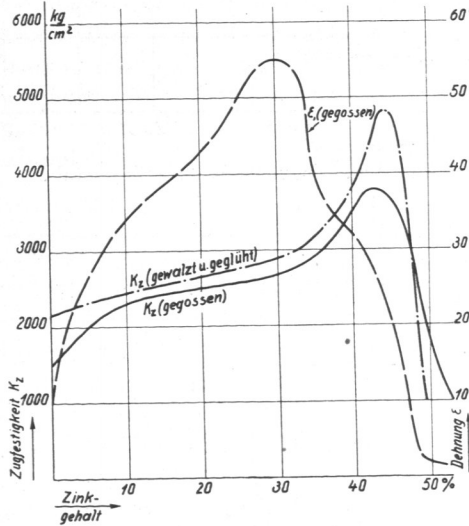


Abb. 126. Mechanische Eigenschaften gegossener und gewalzter Kupfer-Zinklegierungen (Kudriumow, Reason und Charpy).

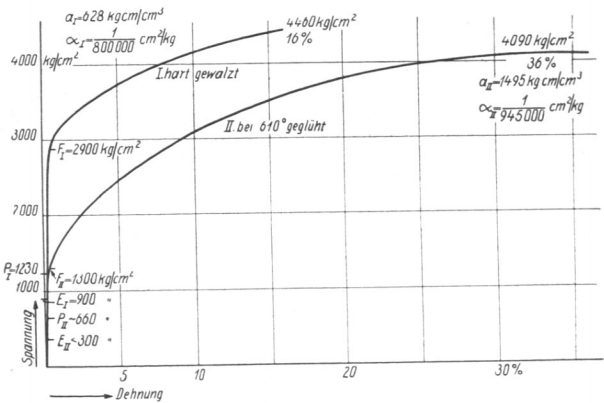


Abb. 127. Zugversuche an hartgewalztem und ausgeglühtem Messing (Verfasser).

Warmzugversuche an Premessing, Bach.

Wärmegrad	Lufttemp.	100 <sup>0</sup> C	200 <sup>0</sup> C	300 <sup>0</sup> C	400 <sup>0</sup> C
Zugfestigkeit $K_z$ . . . . .	4674	4001	2939	1547	508 kg/cm <sup>2</sup>
Streckgrenze rund. . . . .	1600	1400	1600	1200	400 kg/cm <sup>2</sup>
Bruchdehnung $\delta$ . . . . .	37,6	38,8	44,5	57,3	75,0 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>

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/dm<sup>3</sup>, der Schmelzpunkt zwischen 900 und 1000<sup>0</sup>. 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<sup>0</sup>. Beim Gießen neigt

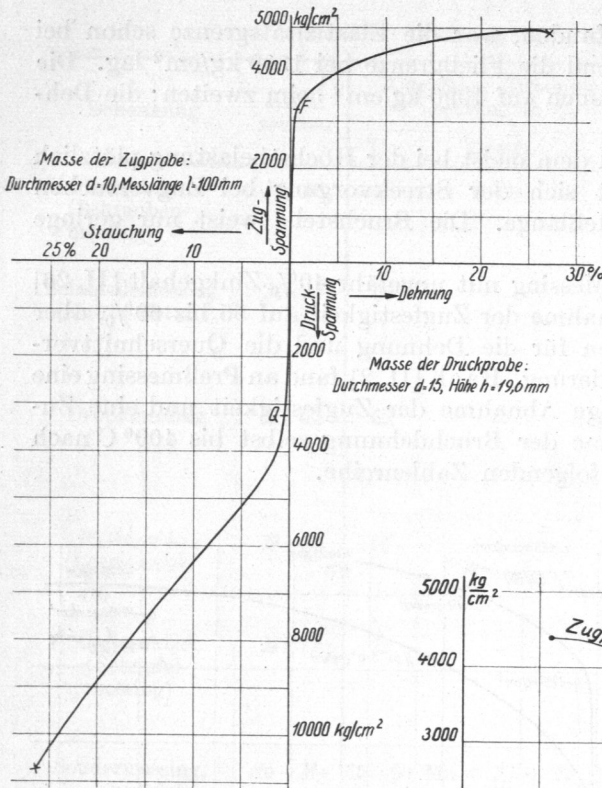


Abb. 128. Zug- und Druckversuch an Messing (Verfasser).

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

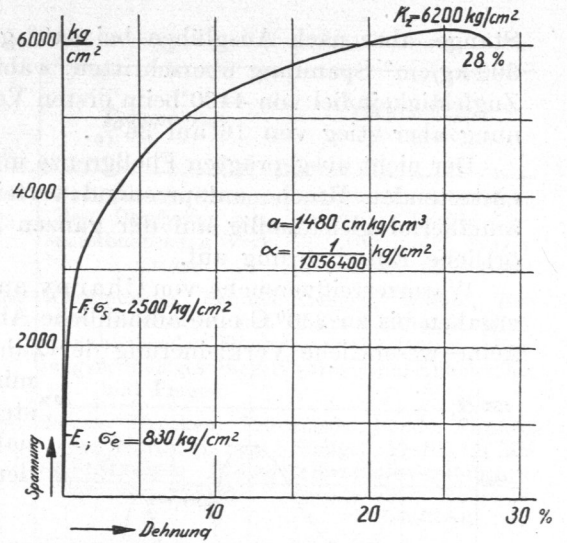


Abb. 129. Zugversuch an Deltametall.

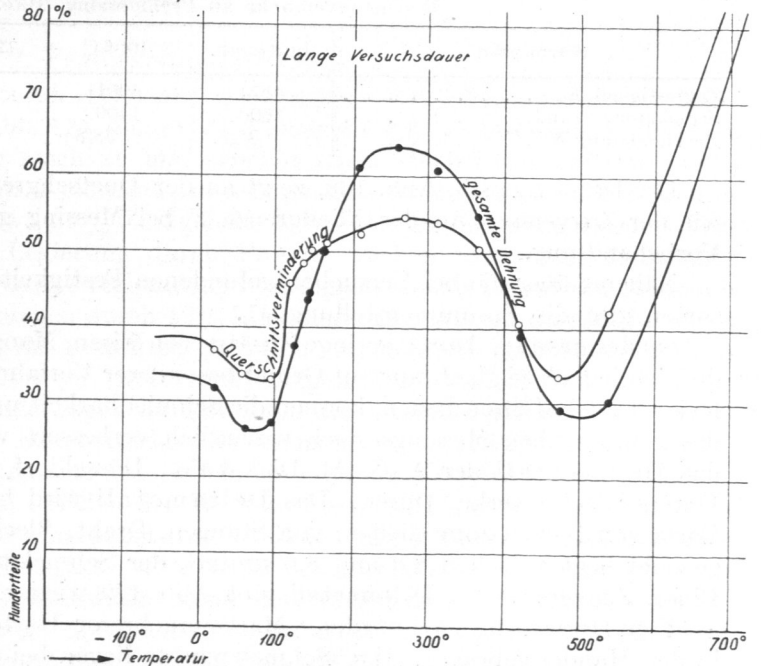
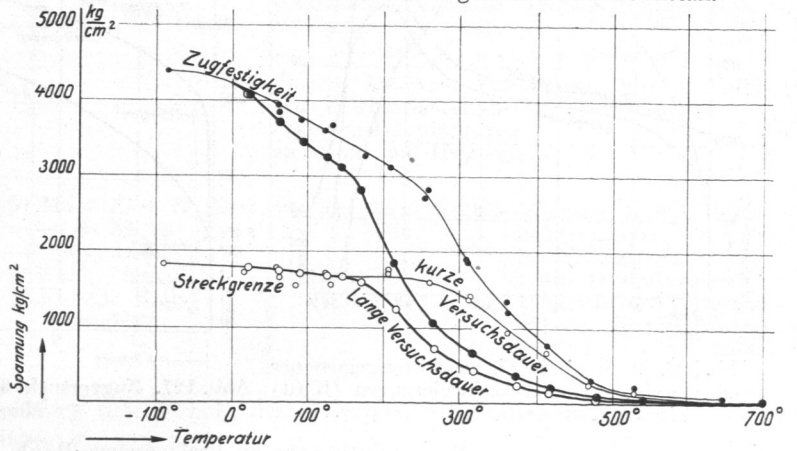


Abb. 130 und 131. Einfluß der Temperatur auf die Festigkeitseigenschaften von Duranetall (Stribeck).

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 <sup>2</sup>	Zug- festigkeit $K_z$ kg/cm <sup>2</sup>	Dehnung $\delta$ %	Ein- schnürung $\eta$ %	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	—	$\alpha = \frac{1}{945000} \text{ cm}^2/\text{kg}$
<b>Deltametall</b>					
Nr. I in Sand gegossen. <small>Je 5 Ver- suche der K.</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 <small>mech.</small>	i. M. 2370	4650	20,5	19,9	—
Nr. II gepreßt . . . . .	i. M. 2740	5970	19	28	—
Nr. IV in Sand gegossen <small>Ver- suchsan- stalten</small>	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 . . . . .	Berlin 1650	4500	31,4	35	
<b>Duranametall:</b>					
B1—B3, 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	—
<b>Abnahmebedingungen der franz.</b>					
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