

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 Manganbronzon 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	Man- gan
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

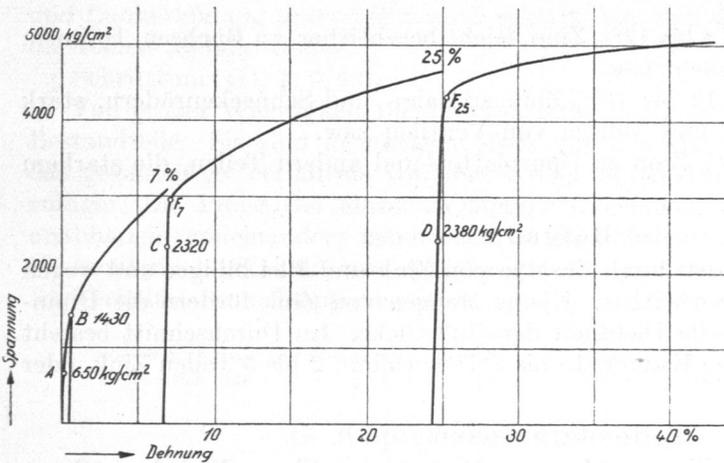


Abb. 121. Zugversuch an Hohenzollern-Propellerbronze. Erhöhung der Elastizitäts- und der Fließgrenze infolge Kaltreckens (Verfasser).

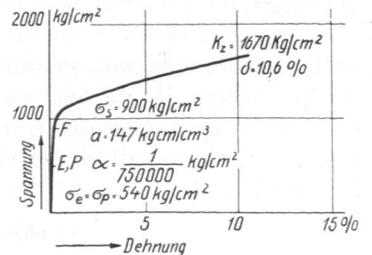


Abb. 121a. Zugversuch an Rotguß (Verfasser).

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

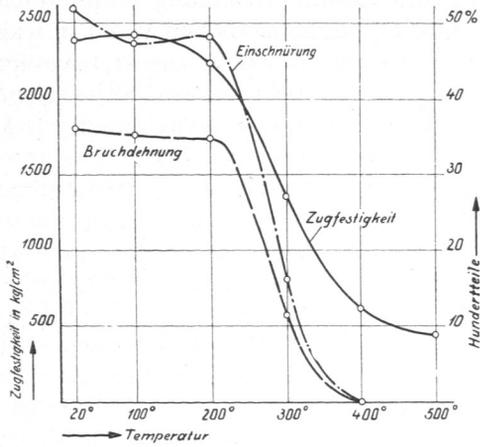


Abb. 122. Einfluß der Temperatur auf die Festigkeit von Bronze (Bach).

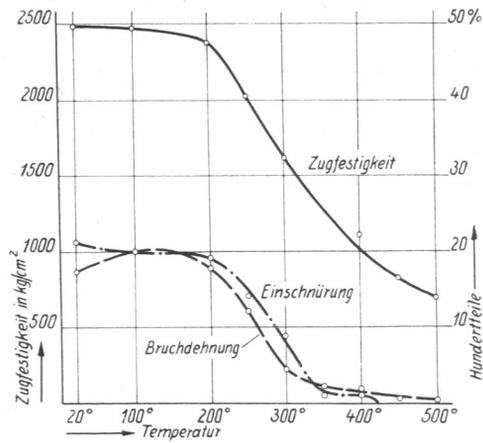


Abb. 123. Einfluß der Temperatur auf die Festigkeit von Bronze (Bach).

Normalstabe aus Propellerbronze des Hohenzollernschen Hüttenwerks Laucherthal 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

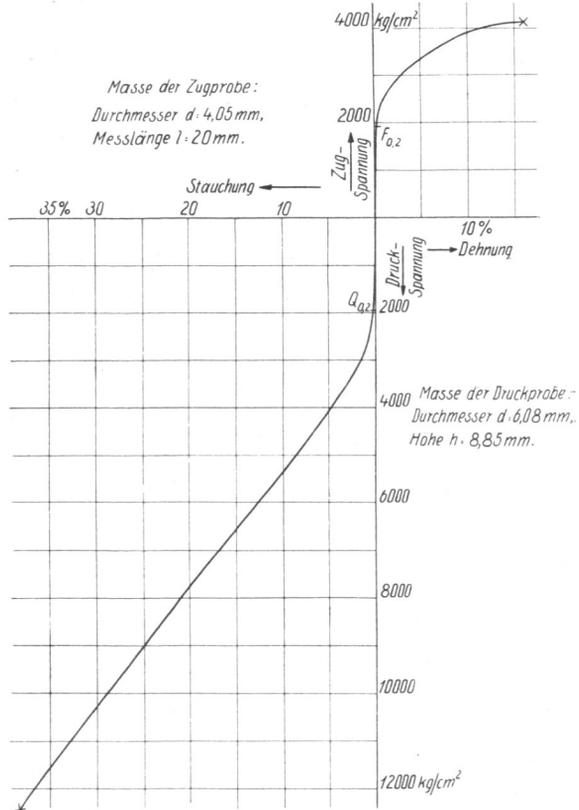


Abb. 124. Zug- und Druckversuch an einer Manganbronze (Verfasser).

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

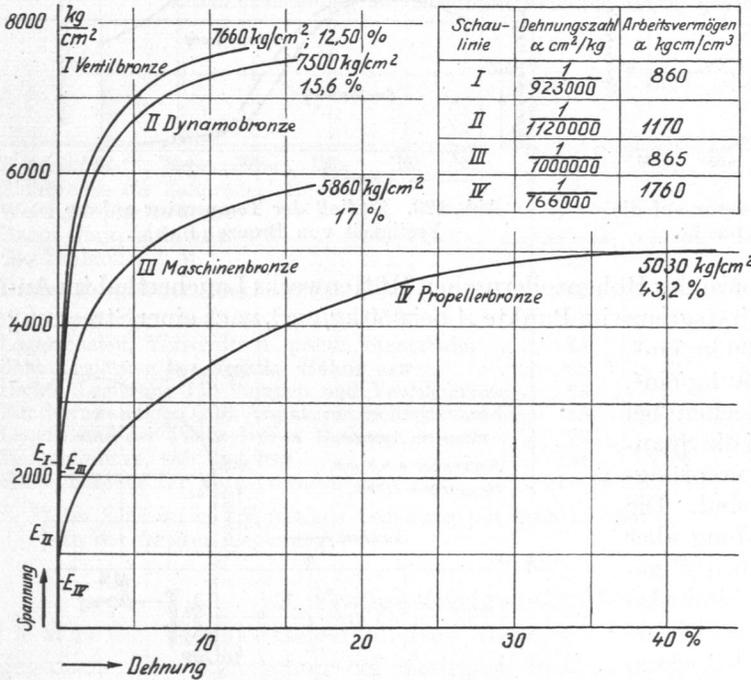


Abb. 125. Zugversuche an hochwertigen Bronzen des Hohenzollernschen Hüttenwerks Lauchertal (Verfasser).

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.