

oder minder starke Schicht entstehen soll, benutzt. Das sich bildende, spröde, weiße Eisen muß aber auf einem Grund von zähem, grauem Gußeisen liegen und in dieses allmählich übergehen, weil sonst leicht Brüche und Ablätterungen vorkommen. Zufolge der verschiedenen Schwindung der beiden Schichten entstehen in Hartgußstücken leicht starke Spannungen und oft Risse (Hartborsten), so daß große Sorgfalt bei der Auswahl der Rohstoffe und bei der Zusammensetzung des Eisens notwendig ist. Der Konstrukteur wird möglichst einfache Formen anstreben, die die Zusammenziehung nicht hindern. Anwendung findet der Hartguß auf Teile, die hohen Flächendrücken ausgesetzt sind oder großer Abnutzung unterliegen: auf Walzen, Laufrollen, Laufräder, Platten für Steinbrecher und Erzquetscher, Hebadaumen u. a. m.

Die Bearbeitung der harten Oberfläche ist nur mittels Sonderstählen, mit Diamantwerkzeugen oder durch Schleifen möglich.

G. Temperguß.

Temperguß oder schmiedbarer Guß entsteht durch längeres Glühen der aus weißem Gußeisen hergestellten Stücke in Sauerstoff abgebenden Packungen. Dabei wird der Kohlenstoffgehalt von 2,8 bis 3,4% je nach der Glühdauer auf 1 bis 0,4% herabgemindert und das ursprünglich sehr spröde Eisen in schmiedbaren Zustand übergeführt. Bezeichnungen für Temperguß, die die Art und Herstellung nicht erkennen lassen, z. B. „Halbstahl, Stahleisen, Temperstahlguß“ sind irreführend. Da das weiße Eisen infolge des starken Schwindens um 1,6 bis 2,1% große Neigung zum Saugen und Lunkern hat und da die Wirkung des Glühens von außen nach innen fortschreitet, ist es wiederum besonders wichtig, den Gegenständen einfache Formen und überall gleiche Wandstärken zu geben, sowie scharfe Ecken und unvermittelte Übergänge zu vermeiden, um hinreichende Gleichmäßigkeit im fertigen Stück zu erzielen. Am vorteilhaftesten sind geringe Wandstärken zwischen 3 bis 8 mm; die größte, noch anwendbare Dicke wird mit 25 mm angegeben. Daß die Teile durch Gießen leicht in die gewünschte Form gebracht werden, macht Tempergußstücke billig und begründet die zunehmende Bedeutung derselben als Ersatz geschmiedeter oder aus Stahlguß hergestellter Stücke; andererseits beschränkt sich das Verfahren doch meist auf kleinere, in großen Mengen gebrauchte Maschinenteile, weil nur gleichartige Stücke in einer Packung genügend gleichmäßig getempert werden können. Beispiele bieten Schraubenschlüssel, mäßig belastete Kettenglieder, Normalköpfe, Griffe, Gasrohrverbindungsstücke, Flanschen, Teile von landwirtschaftlichen Maschinen, Webstühlen usw.

Die Anforderungen in bezug auf Festigkeit und Zähigkeit können die an Gußeisen zu stellenden übertreffen, müssen aber naturgemäß wegen des vom Gießen herrührenden weniger dichten Gefüges niedriger als die an geschmiedetem Stahl üblichen sein. Die Zugfestigkeit pflügt je nach dem weicheren oder härteren Zustande zwischen $K_z = 1900 - 2500 - 3100$, selbst bis zu 3500 kg/cm^2 bei einer mit steigender Zugfestigkeit abnehmenden Bruchdehnung $\delta = 7,5$ bis 1% zu liegen. Die Bruchfläche zeigt körniges Gefüge. Gute Stücke von 2 bis 3 mm Wandstärke müssen sich kalt um einen mäßig dicken Dorn um 180° biegen lassen ohne zu brechen.

Die Bearbeitung durch Werkzeuge bietet keine Schwierigkeiten. Sie entspricht je nach dem Grade der Entkohlung etwa derjenigen von weichem oder mäßig hartem Stahle.

III. Sonstige Metalle.

A. Kupfer.

Kupfer kommt, nach verschiedenen Verfahren gewonnen und durch Umschmelzen oder auf elektrolytischem Wege gereinigt, als Hütten- und Elektrolytkupfer in den Handel.

Die DIN 1708 Bl. 1 unterscheidet die folgenden Sorten:

Benennung	Kurzzeichen	Kupfergehalt mindestens %	Verwendungsbeispiele
Hüttenkupfer A (arsen- u. nickelhaltig)	A-Cu	99,0	Feuerbüchsen und Stehbolzen
Hüttenkupfer B (arsenarm)	B-Cu	99,0	Legierungen für Gußerzeugnisse sowie Legierungen mit weniger als 60% Kupfergehalt für Walz-, Press- und Schmiedeerzeugnisse
Hüttenkupfer C	C-Cu	99,4	Kupferrohre und -bleche
Hüttenkupfer D	D-Cu	99,6	Legierungen mit mehr als 60% Kupfergehalt für Walz-, Preß- und Schmiedeerzeugnisse
Elektrolytkupfer E	E-Cu	— ¹⁾	Elektrische Leitungen, hochwertige Legierungen

Bei der Bestellung ist die DIN-Nummer mit anzugeben, z. B. bei Hüttenkupfer A: A-Cu DIN 1708.

¹⁾ Für die Beurteilung des Elektrolytkupfers für elektrische Leitungen ist lediglich die elektrische Leitfähigkeit maßgebend, vgl. DIN 1708.

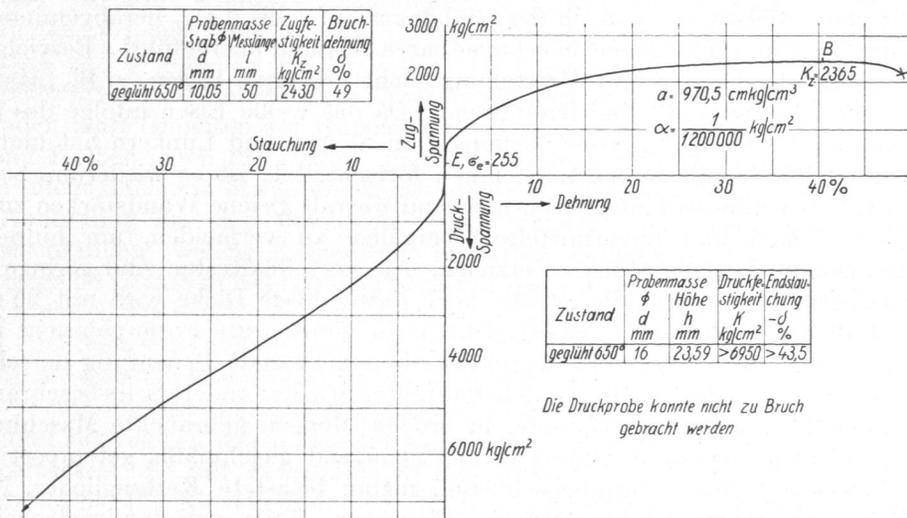


Abb. 113. Zug- und Druckversuch an Kupfer.

Das Hütten- und Elektrolytkupfer ist ein weiches, sehr dehnbares Metall, das sich im kalten und warmen Zustande durch Walzen, Ziehen, Pressen, Hämmern, Treiben und Schmieden leicht verarbeiten, aber wegen seiner Dickflüssigkeit und Neigung zur Blasenbildung schlecht vergießen läßt.

Es schmilzt bei 1083°, hat ein Einheitsgewicht von 8,9 kg/dm³ und zeichnet sich durch große Leitfähigkeit für elektrischen Strom und Wärme aus. Ein Draht von 1 mm² Querschnitt und 1 m Länge hat einen Widerstand von 0,017 bis 0,018 Ω, d. i. rund ein Sechstel von demjenigen des Eisens. Die Wärmemenge, die durch 1 m² Querschnitt bei 1° Temperaturunterschied beider Flächen in einer Stunde 1 m weit geleitet wird, beträgt 320 kcal und ist 6—8 mal größer als beim Eisen.

Das Verhalten ausgeglühten Kupfers beim Zugversuch ist durch eine langgestreckte Schaulinie, Abb. 113, gekennzeichnet, die keine ausgeprägte Fließgrenze, aber sehr große Dehnung aufweist. Die Elastizitätsgrenze tritt bei solchem Kupfer überhaupt nicht oder schon bei sehr niedrigen Spannungen auf; auch fehlt die Verhältnismäßigkeit zwischen Spannung und Dehnung. Durch Kaltbearbeitung wird die Fließgrenze gehoben und die Elastizitäts- und Proportionalitätsgrenze nachweisbar. Als Mittelwert für die Dehnungszahl α darf dann $\frac{1}{1200000}$ bis $\frac{1}{1100000}$ cm²/kg gesetzt werden. Der Bruch

erfolgt unter großer Einschnürung, zeigt lachsrote Farbe und feinkörniges, dichtes, seidenartig glänzendes Gefüge. Die Kaltbearbeitung bewirkt eine Verringerung der Dehnung, also eine Abnahme der Geschmeidigkeit, die sich jedoch durch Ausglühen bei 400 bis 450⁰ wieder herstellen läßt. Gezogener Kupferdraht fängt nach den Untersuchungen von Martens schon bei 250⁰ an, wieder weich zu werden, bei längerer Einwirkung einer Temperatur von 350⁰ verliert er seine Härte vollständig. Festigkeitszahlen verschiedener Kupfersorten bei gewöhnlicher Luftwärme enthält die folgende Zusammenstellung.

Zusammenstellung 35. Festigkeitswerte von Kupfer.

	Zugfestigkeit K_z kg/cm ²	Dehnung δ %	Einschnürung ψ %
Kupfer, gewalzt	2000 . . . 2300	35 . . . 40	45 . . . 60
Kupfer, gehämmert	2600 . . . 2700	—	—
Kupfer, gezogen	3000 . . . 3800	—	—
Feuerbüchskupfer, Rundkupfer	2200	38	45
Spezialfeuerbüchskupfer	2500 . . . 2600	≧ 38	60
Spezialrundkupfer „extragehärtet“	4000 . . . 6000	4 . . . 12	60

C. Heckmann,
Duisburg

Ein mit Gewinde versehenes Stück Stehbolzenkupfer von 180 mm Länge soll sich kalt mit seinen Enden zusammenbiegen lassen, ohne Risse zu erhalten.

Müller [II, 4] nennt als Grenzen, innerhalb deren die mechanischen Eigenschaften guten Kupfers, an handelsüblichen Blechen ermittelt, liegen können:

	Elastizitätsgrenze σ_E kg/cm ²	Streckgrenze $\sigma_{0,2}$ kg/cm ²	Zugfestigkeit K_z kg/cm ²	Dehnung δ %	Elastizitätszahl α cm ² /kg
Blech ausgeglüht	160	800	2200	50	$\frac{1}{1080000}$
Kaltgewalzt, 90 ⁰ / ₀ Reckgrad	640	4500	4700	3,50	$\frac{1}{1350000}$

Bei höheren Wärmegraden nehmen Festigkeit und Dehnung ab. Dabei ist die Dauer der Kraftwirkung von großem Einfluß, wie Striebeck nachgewiesen hat [II, 20]. Die seiner Abhandlung entnommenen Abb. 114 bis 115 zeigen diese Erscheinung an Stehbolzenkupfer. Die gestrichelten Linien entsprechen Versuchen Rudeloffs [II, 21] mit üblicher, verhältnismäßig kurzer Versuchszeit, die ausgezogenen den Striebeck'schen von langer Dauer. Danach sinkt bereits von 200⁰ an die Widerstandsfähigkeit des Kupfers gegenüber ständiger Kraftwirkung sehr beträchtlich; insbesondere fällt die Linie der Dehnung jäh ab, so daß Kupfer bei mehr wie 200⁰ als

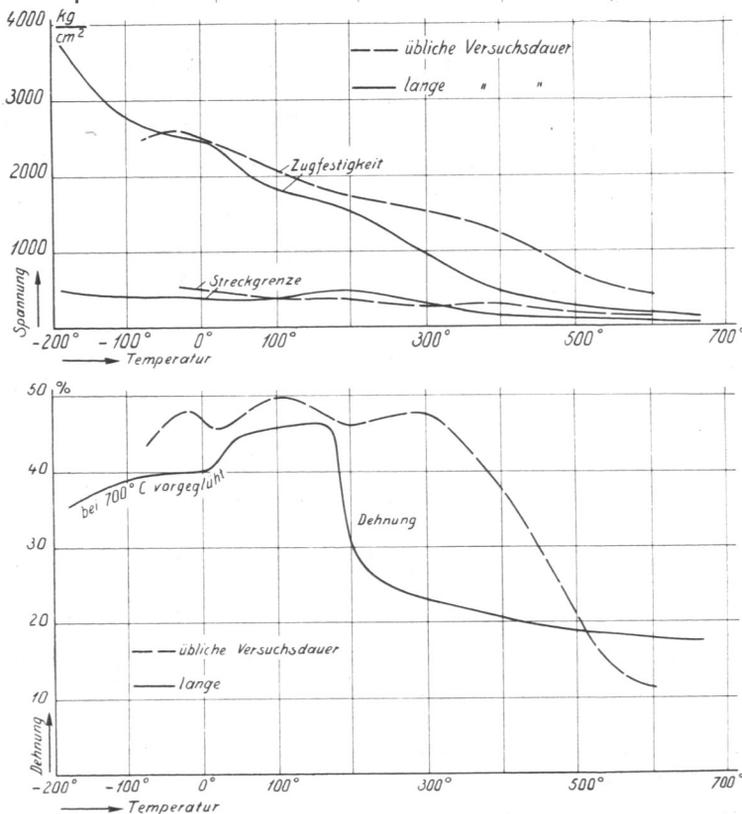


Abb. 114—115. Einfluß der Temperatur auf die Festigkeitseigenschaften von Kupfer (Striebeck und Rudeloff).

nicht mehr zuverlässig vermieden werden sollte, wenn seine Festigkeit in Betracht kommt.

Beim Druckversuch zeigt Kupfer nach Abb. 113 eine etwa gleich hohe Fließgrenze wie beim Zugversuch, bei höheren Belastungen aber eine wesentlich größere Widerstandsfähigkeit; ein Bruch tritt bei der Weichheit des Stoffes trotz weitgehender Zusammendrückung überhaupt nicht ein.

In trockner Luft ist Kupfer sehr beständig; in feuchter bildet sich an seiner Oberfläche eine Schicht basisch kohlensauren Kupfers, welche das darunterliegende Metall schützt. Durch die meisten Säuren und durch Seewasser wird es, wenn auch zum Teil langsam, angegriffen und zerfressen.

Seine Anwendung im Maschinenbau ist wegen des hohen Preises beschränkt. Auf Grund seiner leichten Formänderungsfähigkeit, sowohl bei der Verarbeitung, wie im Betriebe, wird es zu Kesseln, Pfannen, Trommeln, Anschlußkrümmern, Ausgleichrohren, Stehbolzen, Dichtungsringen u. a. m. benutzt. Verbindungen von Kupferteilen lassen sich leicht durch Weich- oder Hartlötten, in neuerer Zeit auch durch Schweißen herstellen. Die große Leitfähigkeit für den Strom begründet seine ausgedehnte Anwendung in der Elektrotechnik. Gelegentlich finden sich kupferne Niete wegen ihrer Weichheit verwendet, z. B. beim Anschluß gußeiserner Stützen an schmiedeeisernen Gefäßen. Wichtig ist das Kupfer als Bestandteil zahlreicher Legierungen.

B. Blei.

Blei wird als Werkblei gewonnen und als solches oder in gereinigtem Zustande als Kaufblei in den Handel gebracht. Seine große Geschmeidigkeit ermöglicht die leichte Verarbeitung durch Pressen, Walzen, Ziehen und Drücken. Beispielweise lassen sich Drähte und Röhren durch Pressen des Metalls durch Öffnungen hindurch herstellen, Kabel auf ähnliche Weise mit einer dichten Schutzschicht umgeben. Die Schmelztemperatur liegt bei 327°, das Vergießen ist leicht und liefert dichte Stücke. Das Einheitsgewicht beträgt 11,3 kg/dm³.

Die Zugfestigkeit K_z des Bleies ist gering, die Dehnung dagegen sehr groß, so daß sich weiches Blei beim Zugversuch Abb. 116, bis zu einer Spitze an der Bruchstelle ausziehen läßt. Bei der Beanspruchung auf Druck ist die Spannung an der Quetschgrenze σ_s maßgebend, aber sehr von der Höhe des Probekörpers h im Verhältnis zu seiner Breite b oder zum Durchmesser d abhängig. Vollständig eingeschlossenes Blei hält sehr hohe Pressungen aus. Mit der Temperatur nimmt die Festigkeit rasch ab.

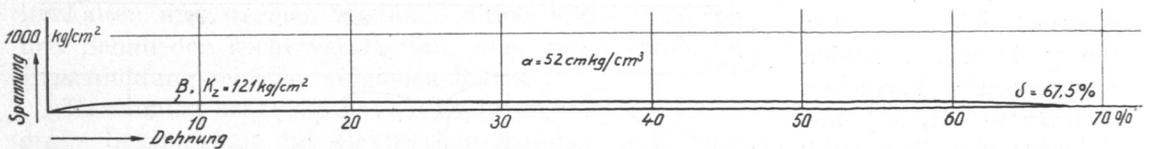


Abb. 116. Zugversuch an Blei.

Zusammenstellung 36. Festigkeitseigenschaften von Blei.

	Dehnungszahl α cm ² /kg	Zugfestigkeit K_z kg/cm ²	Quetschgrenze σ_s kg/cm ²
Weichblei, gegossen, gewalzt.	$\frac{1}{50000}$	125	50 bis 150 bei $h:d = 2 \dots 0,1$
Bleidraht	$\frac{1}{70000}$	170 . . . 220	—
Hartblei (mit Antimonzusatz)	—	—	300 bei $h:d = 1$
Hartblei bei 20° C (Rudeloff)	—	460	—
60° C	—	440	—
100° C	—	280	—

Blei wird an der Luft durch die Bildung eines Überzuges von Bleioxydul gegen weitere Angriffe geschützt und ist gegen verdünnte und selbst konzentrierte anorganische Säuren, mit Ausnahme der Salpetersäure, sehr widerstandsfähig.

Im Maschinenbau findet es als leicht biegsames Rohr bei Wasserleitungen, als nachgiebige Unterlage und als Dichtungsmittel, zum Untergießen oder zum Befestigen von Metallen in Steinen, in der Elektrotechnik zu Akkumulatorplatten und zum Schutz von Kabeln Verwendung. In der chemischen Industrie dient es zu Schwefelsäurekammern, Pfannen, Rohren usw. oder zu deren Auskleidung. Ferner bildet es einen wichtigen Bestandteil vieler Legierungen, namentlich der Weißmetalle und Weichlote.

C. Aluminium.

Aluminium wird auf elektrothermischem Wege gewonnen und hat in neuerer Zeit wegen seines geringen Einheitsgewichtes, das 2,64 kg/dm³ im gegossenen, 2,73 im gewalzten Zustande beträgt, rasch steigende Bedeutung als Werkstoff erlangt. Das technische Aluminium enthält zwischen 99,8 und 96% Aluminium und läßt sich im kalten Zustande und soweit angewärmt, daß ein Fichtenholzspan, mit ihm in Berührung gebracht, zu rauchen beginnt, schmieden, walzen, hämmern und ziehen; die beim kalten Bearbeiten auftretende Sprödigkeit kann durch Ausglühen wieder beseitigt werden.

Reinaluminium wird nach DIN 1712 von den Hütten in drei Sorten, durch das Kurzzeichen *Al* und den Gehalt an Aluminium in Hundertteilen bezeichnet, geliefert:

Bei der Bestellung ist die DIN-Nummer hinzuzusetzen, z. B.: *Al* 99 DIN 1712.

Über die zulässigen Verunreinigungen vgl. DIN 1712.

Der Schmelzpunkt liegt bei 657° C. Wird eine Überhitzung um mehr als 100° vermieden, so läßt es sich sowohl in Sandformen wie in Kokillen leicht und gut vergießen.

Ziemlich beträchtlich ist das Schwindmaß, das an geraden Stäben ermittelt, 1,8% beträgt.

Die Bearbeitung ist leicht; infolge seiner großen Weichheit versetzt Aluminium jedoch die Zähne der Werkzeuge, der Feilen und Sägen. Als Schmiermittel beim Drehen dient Petroleum.

Der elektrische Widerstand ist verhältnismäßig gering und gleich 0,03 . . . 0,05 Ω bei 1 mm² Querschnitt und 1 m Drahtlänge, also etwa doppelt so groß, wie der des Kupfers. Die Wärmeleitzahl von 175 kcal in der Stunde bei 1 m² Querschnitt, 1 m Länge und 1° Temperaturunterschied ist rund halb so groß wie die des Kupfers, aber doppelt so groß wie die des Eisens.

Über die mechanischen Eigenschaften enthält Zusammenstellung 37 nähere Angaben. Abb. 117 gibt dazu einige Schaulinien von Zug- und Druckversuchen an verschiedenen Sorten nahezu reinen Aluminiums und an der Legierung Duralumin.

Bei gegossenen und ausgeglühten weichen Arten treten schon bei geringen Belastungen bleibende Formänderungen auf, so daß eine Elastizitätsgrenze nicht nachzuweisen ist, und die Fließgrenze niedrig liegt. Beide lassen sich aber durch Kaltbearbeitung beträchtlich heben, wie die Zug- und Druckversuche an einem Aluminium des Erftwerkes mit 99,2% Al, Abb. 118, zeigen, die stufenweise unter Neubelastung der Proben nach ihrer Reckung, bzw. Stauchung um rund 2, 5 und 10% durchgeführt wurden. Die Fließgrenze ist jeweils auf etwa die Höhe, die der vorangehenden Höchstbelastung entspricht, gehoben. Manchmal treten sogar geringe Überhöhungen, einer sonst nur bei weichem Stahl beobachteten oberen Fließgrenze entsprechend, auf. Die einzelnen Elastizitäts- und Fließgrenzen sind durch die Buchstaben *E* und *F* mit Ziffern, die die vorangegangene Reckung kennzeichnen, angegeben.

Benennung	Kurzzeichen
Reinaluminium 99,5 . . .	<i>Al</i> 99,5
Reinaluminium 99	<i>Al</i> 99
Reinaluminium 98/99 . . .	<i>Al</i> 98/99

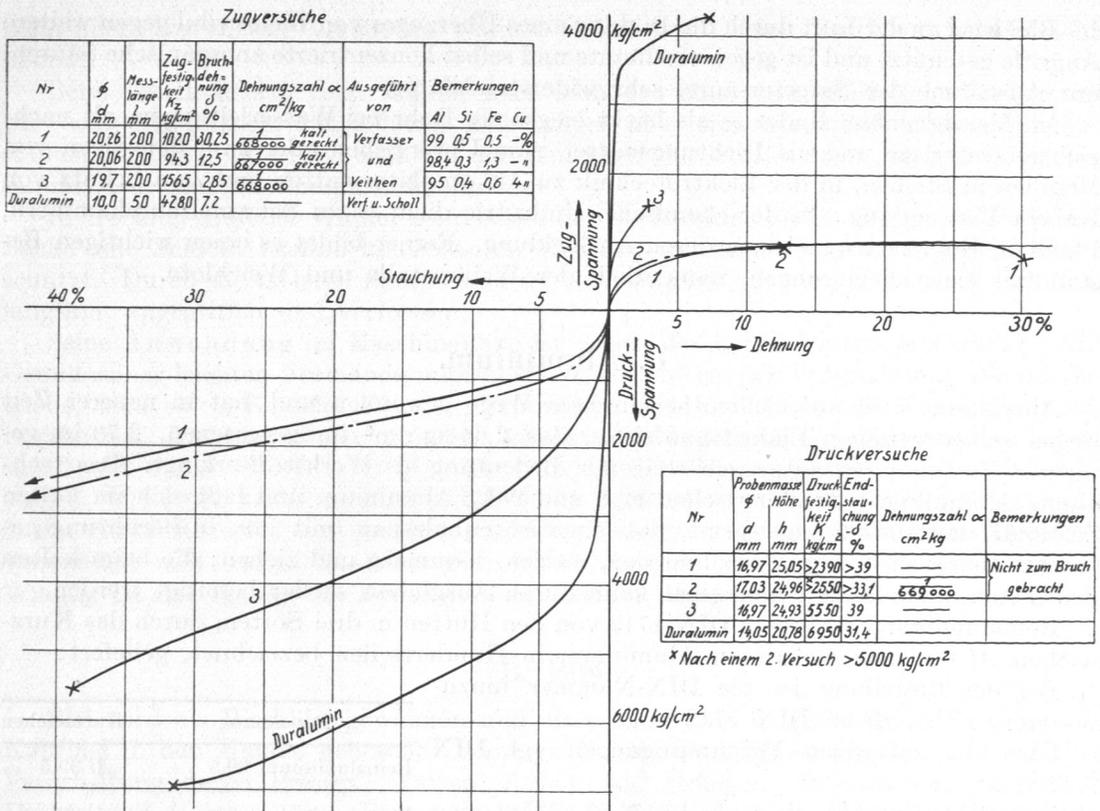


Abb. 117. Zug- und Druckversuche an 3 Sorten Aluminium und an Duralumin.

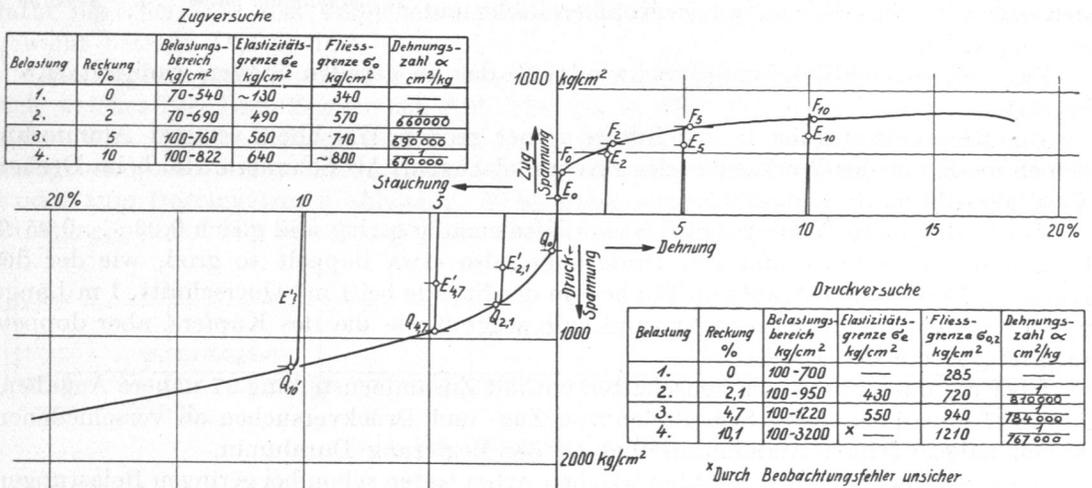


Abb. 118. Zugversuch an Aluminium (99,2% Al, 0,4% Si, 0,4% Fe, Erftwerk) unter Entlastung nach 2, 5 und 10% Reckung; Druckversuch unter Entlastung nach 2,1, 4,7 und 10,1% Stauchung.

Als Dehnungszahl α darf nach Tetmajer im Mittel $\frac{1}{675000}$ an gegossenem, $\frac{1}{762000}$ cm²/kg an gewalztem oder geschmiedetem Aluminium, die Schubzahl β = $\frac{1}{260000}$ cm²/kg in gegossenem Zustande gesetzt werden. Zahlen, die der Verfasser an den Sorten 1, 2 und 3, welche die Schaulinien der Abb. 117 lieferten, nach erfolgtem Kaltrecken fand, sind in den Zusammenstellungen zu der genannten Abbildung angegeben. Dehnung und

Einschnürung sind im Falle gegossenen Aluminiums gering; Schmieden, Walzen, Ziehen usw. hebt sie aber bei geeigneter Zusammensetzung beträchtlich.

Wie die mechanischen Eigenschaften an gezogenem und ausgeglühtem Aluminium von steigender Temperatur beeinflusst werden, gibt Abb. 119 wieder. Die Zugfestigkeit und die Streckgrenze sinken, die Dehnung nimmt anfangs langsam, dann aber stark zu.

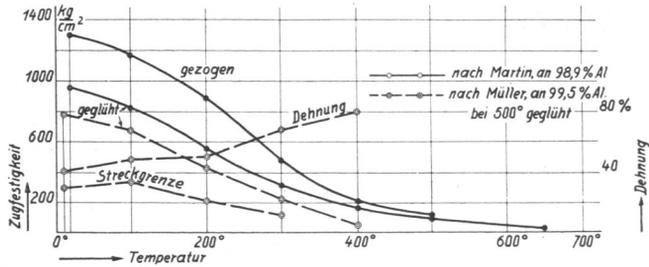


Abb. 119. Einfluß der Temperatur auf die mechanischen Eigenschaften.

Zusammenstellung 37. Festigkeitseigenschaften von Aluminium.

	Streckgrenze σ_s kg/cm ²	Zugfestigkeit K_z kg/cm ²	Bruchdehnung δ %
Aluminium gegossen		1000 . . . 1200	3
„ geschmiedet		1200	22,4
„ Kokillenguß	450	1070	24,5
„ kalt stark gewalzt	—	2300 . . . 2600	6 . . . 5
Aluminiumblech, hart, 8 mm dick } Aluminium-Industrie A.-G.	—	1110	11,9
„ hart, 5 mm „ } Neuhausen	1340	1380	3,5
„ hart, 2 mm „ }	1590	1650	2,5
Aluminiumdraht 5 mm Durchmesser } Aluminium-Industrie A.-G.	—	1850	—
„ 2,5 mm „ } Berlin	—	2700	—

Das Aluminium ist im weichen Zustande an der Luft gut haltbar. Wird Aluminiumblech in starkem Maße kalt bearbeitet, so zeigen sich vielfach örtliche Zersetzungserscheinungen, die nach den Untersuchungen von Heyn und Bauer [II, 22] auf die gleichzeitige Einwirkung von Luft und Wasser zurückzuführen sind, und die durch Ausglühen bei 450° im Anschluß an die Kaltbearbeitung verhütet werden können.

Von Salzsäure, Soda, Kochsalz und stark basischen Flüssigkeiten wird Aluminium rasch, von verdünnter Schwefelsäure langsam, von Salpetersäure und manchen organischen Säuren, Fetten, ätherischen Ölen, Alkohol, Bier usw. überhaupt nicht angegriffen. In der chemischen Industrie verdrängt es deshalb vielfach andere Konstruktionsstoffe, namentlich das Kupfer, und wird in immer steigendem Maße an Stelle von Tongefäßen zum Aufbewahren und Versenden von chemischen Stoffen, ferner in Färbereien und Gerbereien, im Gärungs- und Textilgewerbe benutzt.

In Berührung mit anderen Metallen unterliegt Aluminium durch die Einwirkung galvanischer Ströme einer allmählichen Zerstörung; u. a. sollten deshalb zur Verbindung von Aluminiumteilen stets Aluminiumnieten verwendet werden. Das Löten und Schweißen ist unter besonderen Vorsichtsmaßregeln möglich. Erfahrungen über Eignung und Bewahrung des Aluminiums sammelt die auch zu Auskünften gern bereite Aluminium-Beratungsstelle in Berlin W 8. Die hohe Wärmeleitfähigkeit hat Aluminium zu Kolben von Verbrennungsmaschinen, selbst zu Hochofenformen erfolgreich Anwendung finden lassen.

Aluminium wird ferner im Maschinenbau für Teile benutzt, die bei mäßigen Ansprüchen an die Festigkeit und Härte geringes Gewicht oder kleine Massen haben müssen. Beispiele dafür bieten die Rahmen und Gehäuse von Motoren und Zahnrädergetrieben im Kraft- und Luftfahrzeugbau, Riemenscheiben an Wendegetrieben von Werkzeugmaschinen, Gehäuse, Trommeln, Rollen an Instrumenten usw. Ferner wird es in zunehmendem Maße im Schiffbau und bei der Schiffsausrüstung zur Vergrößerung des Auftriebes angewendet.

Die gute elektrische Leitfähigkeit hat zur Benutzung als Leitungsmaterial in der Elektrotechnik geführt. Es bedingt zwar den 1,7fachen Querschnitt von Kupfer, wiegt aber nur etwa die Hälfte und ist noch wettbewerbfähig, wenn sich der Preis des Alumi-

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,