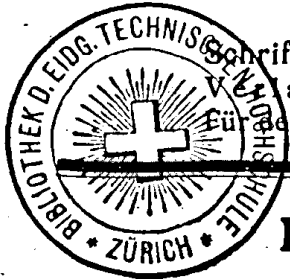


METALLKUNDE

Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde im Verein deutscher Ingenieure



Schriftleitung: Professor Dr. W. Guertler und Dipl.-Ing. H. Groeck
Tag des Vereines deutscher Ingenieure — Berlin NW7
Buchhandel: Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger, Berlin W 35

Die Verwendungsgebiete des Aluminiums.

Richtlinien für seine Verbrauchsentwicklung.

Die „Richtlinien“ sind vom Ausschuß für Aluminium und Leichtlegierungen der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde aufgestellt worden und sollen dem Aluminium und seinen Legierungen die gesteigerte Wertschätzung und Verwendung verschaffen, die ihnen auf Grund ihrer technischen Eigenschaften und ihrer hohen wirtschaftlichen Bedeutung in Gegenwart und Zukunft zukommen. Ein systematisches Verzeichnis der Verwendungsgebiete ist angeschlossen.

Einleitung.

Das Aluminium umspannt gegenwärtig fast alle Zweige der Technik und des gewerblichen Lebens. Die Bewegung, ihm neue Absatzmöglichkeiten zu verschaffen, darf aber darum keineswegs als abgeschlossen gelten. Dem findigen Geist der Technik und des Einzelnen bleibt es vielmehr vorbehalten, neue bahnbrechende Fortschritte in der Anwendung des Aluminiums anzuregen. Wir erleben es täglich, daß die Praxis aus eigener Kraft hier unermüdlich Neues hervorbringt. Es sei an die Verwendung des Aluminiums für Kolben, Flugzeuge, Leitern, Schlittschuhe u. dergl. erinnert. Auf dem Gebiete der Aluminiumlegierungen wird ebenfalls eine rege Tätigkeit entfaltet. Die Zahl dieser Legierungen ist ins Ungemessene gestiegen; freilich haben sich nur wenige davon auf die Dauer behaupten können.

Die Erzeugung des Aluminiums hält immer noch gleichen Schritt mit dem Bedarf. In dieser einfachen Feststellung ist der Kernpunkt der gegenwärtigen Aluminiumfrage enthalten. Einer weiteren Einführung steht nämlich zurzeit der verhältnismäßig hohe Preis des Metalls hindernd im Wege. Unter den herrschenden Verhältnissen dürfte aber eine Preisherabsetzung nur in dem Maße möglich sein, wie der Bedarf an Aluminium zunimmt. Zudem handelt es sich hier um eine Frage von allgemeiner Bedeutung, da das Aluminium ein im Inland erzeugtes Metall darstellt, dem wir schon aus Gründen der Volkswirtschaft nach Möglichkeit den Vorzug vor den auswärts bezogenen Metallen geben sollten. Es liegt daher im allgemeinen Wirtschaftsinteresse Deutschlands, den Gedanken einer Steigerung des Aluminium-

verbrauchs nach Kräften zu fördern.

In wieweit die Grundlagen für eine solche Steigerung in den Eigenschaften des Metalles und namentlich in der neueren Entwicklung seiner Legierungen gegeben sind, soll im folgenden gezeigt werden.

1. Richtlinien für die Verbrauchsentwicklung auf Grund der allgemeinen Eigenschaften des Aluminiums.

Spezifisches Gewicht.

Im Verkehrs- und Beförderungswesen sind das Aluminium und seine Legierungen infolge ihres geringen spezifischen Gewichts dazu berufen, eine bedeutende Rolle zu spielen und zwar infolge der Verminderung der toten Lasten und der Massenkraft. Wo das geringe spezifische Gewicht allein nicht ausreicht, um das Eigengewicht der Erzeugnisse hinreichend herabzusetzen, kann durch konstruktions-technische Maßnahmen, z. B. auf dem Wege des Falzens, eine weitere Gewichtsverminderung erreicht werden. Bahnbrechendes in Falzkonstruktionen ist im Flugzeugbau geleistet worden. Als Schulbeispiel sei der Leiternbau für Flugzeuge angeführt. Man hat es auf diese Weise fertig gebracht, das Gewicht von etwa 3 m langen Leitern auf rd. 1 kg herabzusetzen. In solchen Sonderfällen ist man freilich genötigt, zu den hochwertigen härtbaren Aluminiumlegierungen zu greifen.

Bei der Verwendung des Aluminiums für den Glockenbau und ähnliche Zwecke ist jedoch das geringe spezifische Gewicht von Nachteil und zwar insofern, als die Klangfarbe von der Masse abhängig ist. Gegenstände aus spezifisch leichtem Metall sind also entsprechend größer zu bemessen.

Elektrische Leitfähigkeit.

Außerordentlich umfangreich ist die Verwendbarkeit des Aluminiums für elektrotechnische Zwecke. Bei gleicher Leitfähigkeit ist der erforderliche Querschnitt etwa 1,7 mal größer als bei Kupferdraht, infolge des Verhältnisses der spezifischen Gewichte beträgt aber das erforderliche Gewicht nur 50 vH. Kupfer- und Aluminiumleitungen stehen daher gleich im Preise, wenn 1 kg Aluminiumleitung doppelt so viel kostet wie 1 kg Kupferleitung. Bei isolierten Drähten ist aber auch der Mehrverbrauch an Isolation in Anrechnung zu bringen. Trotzdem sind Freileitungen aus Aluminium wesentlich billiger als solche aus Kupfer. Besonders groß sind die Vorteile, wenn statt Rein-Aluminiumleitungen Stahl-Aluminiumseile, d. h. Rein-Aluminiumseile mit Stahlseele verwendet werden. Solche Seile sind den Kupferseilen auch an Sicherheit überlegen.

Wärmeleitfähigkeit.

Etwa das gleiche Verhältnis besteht auch hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit des Aluminiums. Die gute Wärmeleitfähigkeit macht das Aluminium verwendbar für Wärmeausgleichplatten, Kühler und Kühlbutzen. Sie ist ferner noch bedeutungsvoll, indem sie die Betriebstemperaturen einzelner bei hohen Temperaturen arbeitender Maschinenteile, wie Kolben und Zylinder, und unmittelbar damit den gesamten Wirkungsgrad der Maschinen beeinflussen kann.

Wärmeausdehnung.

Dahingegen ist zu beachten, daß der Ausdehnungskoeffizient von Aluminium und Aluminiumlegierungen etwa doppelt so groß ist wie der des Kupfers. Bei aufgepaßten Maschinenteilen, wie Kolben und Zylindern, ist diesem Umstand Rechnung zu tragen.

Chemische Widerstandsfähigkeit.

Wenn auch an den Aluminiumerzeugnissen gelegentlich Zersetzungserscheinungen beobachtet werden, so ist die Beständigkeit doch größer, als man dies allgemein anzunehmen pflegt. Das Aluminium und die Aluminiumlegierungen schließen sich in vielfacher Hinsicht bereits den Edelmetallen an. Die unveränderlich weiße Farbe fordert die Einführung des Aluminiums in den Haushalt geradezu heraus. Der wesentliche Vorteil gegenüber dem emaillierten Eisengeschirr ist augenfällig. Überall dort, wo Rostschäden von verheerendem Einfluß sind, ist das Aluminium berufen, Abhilfe zu schaffen. Seiner hohen Beständigkeit verdankt das Aluminium die Verwendung für Anstriche in Form von Aluminiumpulver. Diese Anstriche haben sich auch in hohem Maße als wärmebeständig erwiesen. Im Zusammenhang damit sind dann später Metallisierungsverfahren, wie das Kalorisieren, entstanden. Bekanntlich kann dem Eisen durch einen dünnen Überzug von Aluminium beträchtliche Feuerfestigkeit verliehen werden. Offenbar steht die Luft- und

Wärmebeständigkeit des Aluminiums mit der Bildung einer dünnen schützenden Schicht aus Tonerde im Zusammenhang. Die Schutzwirkung dieser Schicht ist so groß, daß oxydierter Aluminiumdraht für Induktionsspulen oder ähnliche Zwecke ohne weiteres verwendet werden kann.

Gegen organische Säuren, insbesondere gegen konzentrierte Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure und Ameisensäure, ist Aluminium äußerst widerstandsfähig, weniger widerstandsfähig jedoch gegen Mineralsäuren mit Ausnahme von Salpetersäure, Chromsäure und insbesondere gegen Läugen.

Gegenüber dem Kupfer- und Messinggeschirr bietet das Aluminium große Vorteile hinsichtlich der Vergiftungsgefahr, da seine Salze ungiftig und farblos sind. Dieser Umstand rechtfertigt auch die Verwendung des Aluminiums für hygienische und medizinische Geräte und Gebrauchsgegenstände.

Desoxydationswirkung.

Vermöge seiner desoxydierenden Wirkung wird das Aluminium in der Metallurgie und zwar in der Eisen- und Stahl-Industrie, in der Alumino-Thermie und in der Legierungstechnik in sehr beträchtlichem Umfange gebraucht.

Reduktionswirkung.

Auch als Reduktionsmittel für organische Substanzen findet das Aluminium Verwendung.

Sprengwirkung.

Da das Aluminium bedeutende Sprengkraft besitzt, aber schwer zur Explosion gebracht werden kann, verwendet man es für die Herstellung von Sicherheitssprengstoffen.

Lötbarkeit.

Von den vielen empfohlenen Aluminiumloten hat sich bisher keines einwandfrei bewährt. Es gibt wohl kein dauernd haltbares Aluminiumlot, namentlich wenn chemische Einflüsse irgendwelcher Art in Frage kommen. Wenn daher die Vereinigung durch Vernieten und Falzen nicht genügt, empfiehlt es sich, die Verbindung durch Schweißen herzustellen.

Bearbeitbarkeit.

Die mechanische Bearbeitbarkeit des Rein-Aluminiums wird durch Legierungszusätze in dem Maße beeinflusst, daß viele Aluminiumlegierungen zu den best bearbeitbaren Metallen zählen.

Anstriche.

Aluminium läßt sich wie jedes andere Metall anstreichen; es ist zuvor mit Terpentinöl abzuwaschen. Es hält die Farbe sogar besser als Eisenblech und bedarf keiner sorgfältigen Vorbehandlung.

Einteilung des Aluminiums und seiner Legierungen.

Das Rein-Aluminium wird fast durchweg nur im mechanisch verarbeiteten Zustand verwendet. Für Gießzwecke ist es wenig oder gar nicht geeignet. Durch die mechanische Be-

arbeitung wird die Bruchfestigkeit auf Kosten der Dehnung etwa verdoppelt. Die Gießbarkeit kann durch Legierungszusätze sehr verbessert werden, sodaß auch schwierige Gußstücke hergestellt werden können. Gleichzeitig damit werden auch die mechanischen Eigenschaften verbessert, sodaß die Bruchfestigkeit in etwa dem gleichen Maße erhöht wird wie durch mechanische Bearbeitung. Die Eigenschaften dieser Legierungen können durch zusätzliche mechanische Bearbeitung noch weiter verbessert werden.

Eine besondere Gruppe von Legierungen, und zwar die magnesiumhaltigen Legierungen, erhalten durch eine besondere Art der Veredlung (Abkühlen von einer bestimmten Temperatur und darauffolgendes Lagernlassen) hohe Werte der Festigkeit und Dehnung, die sich den entsprechenden Werten von Stahl nähern. Für Gußzwecke werden diese Legierungen kaum verwendet.

2. Die Aluminiumlegierungen und ihre Eigenschaften.

Die wichtigsten Verwendungsformen.

Die in der Aluminium-Industrie bisher gebräuchlichen Erzeugnisse lassen sich in einige wenige Arten einteilen:

- Rein-Aluminium,
- Aluminiumlegierungen mit Kupfer- und Zinkzusätzen, von denen die sogenannte „deutsche Legierung“ am häufigsten anzutreffen ist,

c) Aluminiumlegierungen mit Kupferzusätzen, im folgenden mit „amerikanische Legierung“ bezeichnet,

d) eine neuartige Legierung mit hohem Siliziumgehalt, vertreten durch das Silumin¹⁾,

e) veredlungsfähige Aluminium-Magnesium-Legierungen von der Art des Duralumins.

Alle diese Legierungen enthalten noch geringe Mengen Silizium und Eisen, die als natürliche Verunreinigungen im Rein-Aluminium auftreten.

Physikalische Eigenschaften.

Die spezifischen Gewichte, die elektrische Leitfähigkeit, die Wärmeausdehnungskoeffizienten und die Wärmeleitfähigkeit gehen aus Zahlentafel 1 hervor.

Mechanisch-technologische Eigenschaften.

Für die Verwendung eines Werkstoffes zu konstruktiven Zwecken sind vor allen Dingen die mechanischen Qualitätsziffern bestimmend. Eine Zusammenstellung dieser Werte ist in Zahlentafel 2 wiedergegeben, und zwar von gegossenen und von mechanisch verarbeiteten Erzeugnissen. Die Eigenschaften der einzelnen Legierungen im verarbeiteten Zustand schwanken je nach dem Grad der Verarbeitung in weiten Grenzen. Mit steigender Festigkeit und Härte fällt die Dehnung und auch die Torsionsfähigkeit.

¹⁾ Vgl. Z. f. Metallkunde, Novemberheft 1921, S. 507.

Zahlentafel 1. Physikalische Eigenschaften der Aluminiumlegierungen.

Aluminiumlegierungen	Spezifisches Gewicht	Elektrische Leitfähigkeit bei + 20° C $\frac{m}{\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2}$	Wärmeausdehnungskoeffizient	Wärmeleitfähigkeit $\text{cal. cm}^{-1} \cdot \text{sek}^{-1} \cdot \text{Grad}^{-1}$
Rein-Aluminium	2,70	33	0,0000251	0,470
Deutsche Legierung	2,9 bis 2,95	—	0,0000255	0,308
Amerikanische Legierung	2,85 „ 2,9	—	0,0000246	0,348
Silumin	2,5 „ 2,65	26,5	0,0000222	0,386
Duralumin	2,8	20	0,0000226	—
(Hartgezogenes Elektrolytkupfer).	—	(56)	—	—

Zahlentafel 2. Mechanisch-technologische Eigenschaften der Aluminiumlegierungen.

Aluminiumlegierungen	Gegossen				Mechanisch verarbeitet					
	Festigkeit kg/mm^2	Dehnung ($L = 11,3 \sqrt{q}$) vH	Härte ($P = 500 \text{ kg, } 10 \text{ mm-Kugel}$) kg/mm^2	Verdrehungswinkel (Stab 120 mm Länge 18 „ Dmr.) °	Festigkeit kg/mm^2		Dehnung ($L = 11,3 \sqrt{q}$) vH		Härte ($P = 500 \text{ kg, } 10 \text{ mm-Kugel}$) kg/mm^2	
Rein-Aluminium	—	—	—	—	10	20	30	5	30	60
Deutsche Legierung	12 bis 17	2 bis 4	55	340	20	30	20	10	55	90
Amerikanische Leg.	12 „ 15	1 „ 2	60	110	20	30	20	10	60	90
Silumin	18 „ 23	5 „ 10	60	420	16	30	30	5	60	—
Duralumin	—	—	—	—	38	42	20	15	60	150

Aluminium und Aluminiumlegierungen werden auch vielfach für Maschinenteile verwendet, die bei hohen Betriebstemperaturen arbeiten. Die Kenntnis des Einflusses der Temperatur auf die Festigkeitszahlen des Aluminiums und seiner Legierungen ist daher für den Konstrukteur von Wichtigkeit. In Abb. 1 sind die Festigkeits- und Dehnungszahlen für

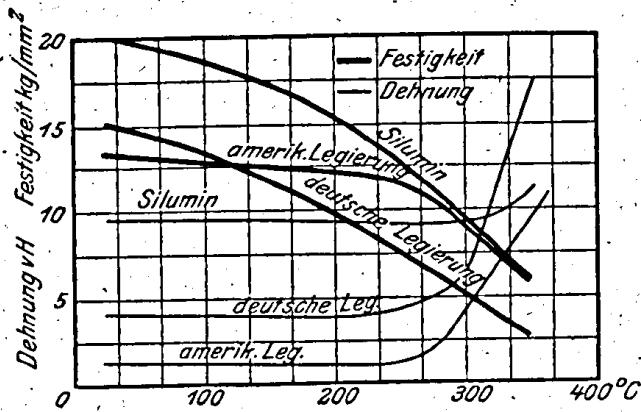


Abb. 1. Warmfestigkeit von gegossenen Aluminiumlegierungen.

Temperaturen bis zu 350° wiedergegeben, und zwar für Gußlegierungen, in Abb. 2, soweit Zahlen vorliegen, für verarbeitete Legierungen.

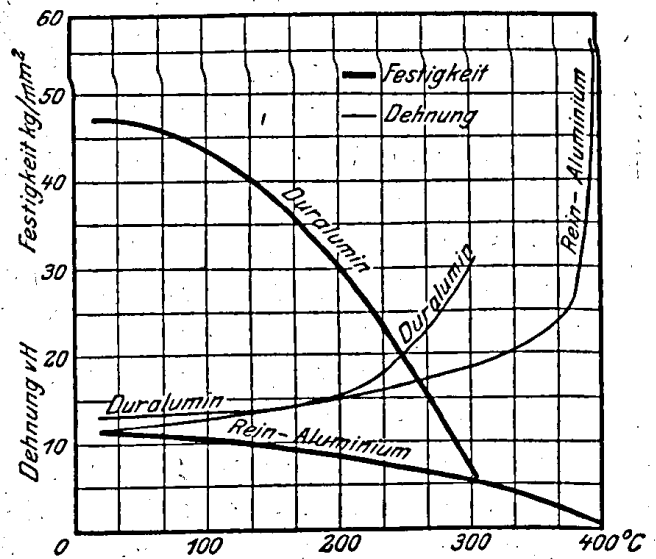


Abb. 2. Warmfestigkeit von mechanisch verarbeiteten Aluminiumlegierungen.

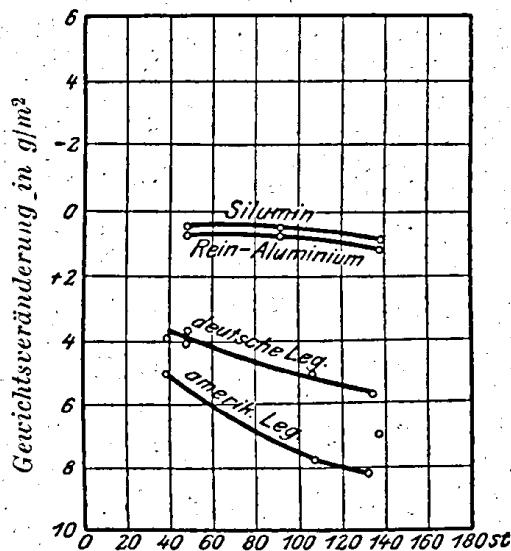


Abb. 3. Einfluß von Naßdampf auf gegossene Aluminiumlegierungen.

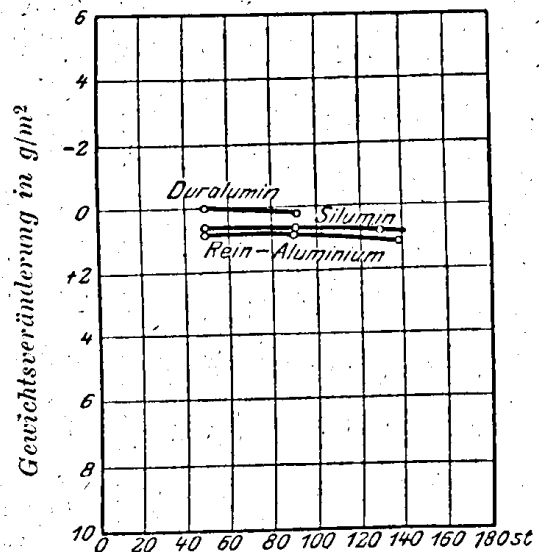


Abb. 4. Einfluß von Naßdampf auf mechanisch verarbeitete Aluminiumlegierungen.

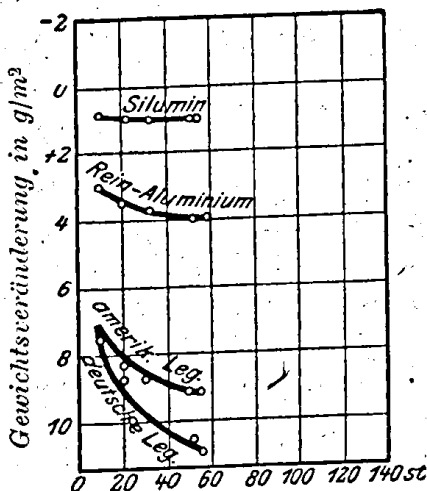


Abb. 5. Einfluß von Sattdampf auf gegossene Aluminiumlegierungen.

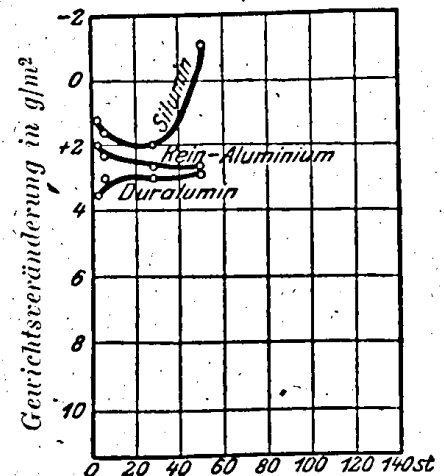


Abb. 6. Einfluß von Sattdampf auf mechanisch verarbeitete Aluminiumlegierungen.

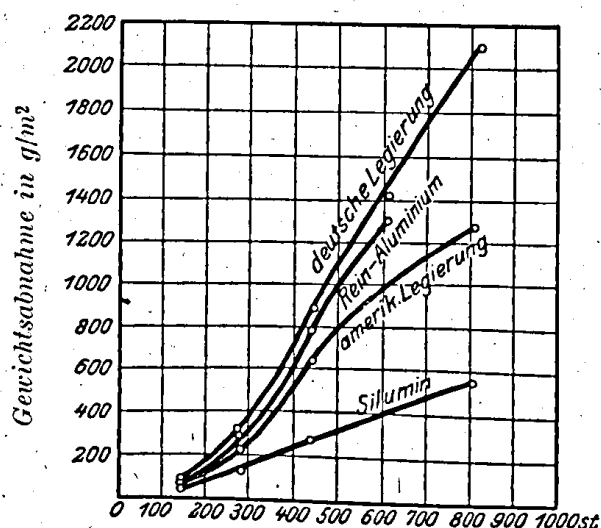


Abb. 7. Einfluß von konz. Salpetersäure auf gegossene Aluminiumlegierungen.

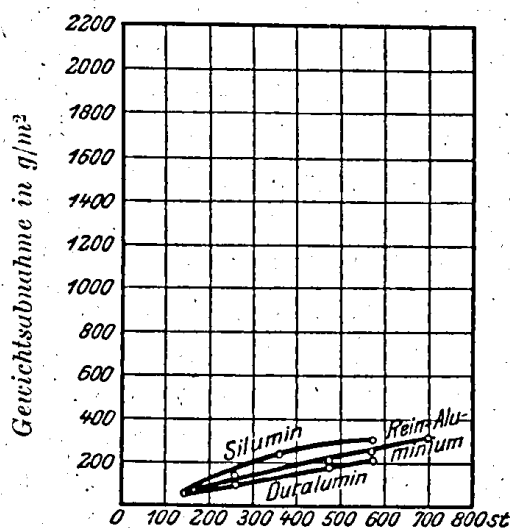


Abb. 8. Einfluß von konz. Salpetersäure auf mechanisch verarbeitete Aluminiumlegierungen.

Chemische Eigenschaften.

Über das Verhalten des Aluminiums und der wichtigsten Aluminiumlegierungen gegen Naß- und Sattendampf, gewähren, soweit Ergebnisse vorliegen, Abb. 3 und 4 sowie 5 und 6 Aufschluß. Ein ähnliches Verhalten kann auch der Atmosphäre gegenüber beobachtet werden, nur ist von binären Kupfer-Aluminium-Legierungen bekannt, daß sie den Einwirkungen der Atmosphäre gegenüber nur kurze Zeit standhalten. Das Verhalten des Aluminiums und seiner Legierungen konzentrierter Salpetersäure gegenüber geht aus Abb. 7 und 8 hervor. Den übrigen anorganischen Säuren und insbesondere den Alkalien gegenüber haben das Aluminium und die Aluminiumlegierungen nur geringe Beständigkeit.

Allgemeines über die Wahl der Legierungen.

Wo auf hohe elektrische Leitfähigkeit großer Wert zu legen ist, wird Rein-Aluminium zu verwenden sein, wo die Gießbarkeit und hohe Festigkeit ausschlaggebend sind, Legierungen mit anderen Metallen, wo stahlähnliche Konstruktionsstoffe gewünscht werden, die härtbaren Legierungen wie Duralumin.

Bei den weitaus meisten Konstruktionsstoffen spielt neben der Festigkeit die Dehnung eine sehr wichtige Rolle, insbesondere ist bei Gußerzeugnissen, die im allgemeinen sehr spröde sind, eine hohe Dehnung erwünscht. Gußerzeugnisse sind gegen mechanische Beanspruchung, insbesondere gegen Stoßwirkungen, sehr empfindlich. Diese Empfindlichkeit ist um so geringer, je größer die Dehnung eines Materials ist. Ein ungefähres Maß für diese Eigenschaft ist die Torsionszahl. In welchen Fällen man die eine oder die andere dieser Legierungen bevorzugt, dürfte lediglich von den technischen Anforderungen abhängen, die von den Verbrauchern gestellt werden.

3. Systematisches Verzeichnis der Verwendungsgebiete.

Anstriche.

Silber- und goldfarbige Pulver für Bronzierungen und Buchdruck.

Baugewerbe.

Sandsiebe, Richtwerkzeuge.

Bauwesen.

Badeöfen, Badewannen, Verkleidungen, Waschtischteile, Ornamente, Türgriffe, Schilder, Beschläge.

Beleuchtungs-Industrie.

Gasbrenner, Fassungen.

Bergbau, Hüttenwesen und Metall-Industrie.

Förderkörbe, Förderwagen, Hunte, Pulso-meter, Sanitätskasten, Respiratoren, Grubenlampen, Filterrahmen, Siebe, Raffinationen von Eisen- und Metallen, Deckel, Beizzangen, Gießereimodelle, Beizkörbe.

Büroartikel.

Schreibmaschinenbau, Aktenkörbe, Bücherhalter, Schreibtischartikel (Löscher, Lineale, Briefklammern).

Chemische und verwandte Industrien.

Brennereien und Brauereien: Sudhauseinrichtungen, Tanks, Bottiche, Gärbottiche, Lagerfässer, Siebe, Destillier-Kühlapparate, Ventile, Hähne.

Beizereien: Beizkörbe, Bottichdeckel, Beizzangen.

Chemische Industrie: Kristallisierschalen, Destillierapparate für Äther, Benzin, Glycerin, Salpetersäurepumpen, Ventile, Hähne, Heber, Nitriergabeln und Zangen, Sprengstoffe (Blitzlicht), Reduktionsmittel (Alumol, Brockit), Thermitverfahren.

Färbereien: Bottiche, Kübel, Behälter.

Fett- und Öl-Industrie: Schmelzkessel, Klärkessel, Lagerfässer.

Nahrungsmittel-Industrie: Einkochkessel, Putzgefäße, Trockenbleche.

Textil- und Papier-Industrie: Spinnmaschinenteile, Papiersiebe.

Zuckerfabriken: Bottiche, Kristallisiergefäße, Siebe.

Dampfkessel-, Maschinen- und Werkzeugbau.

Schwungmassenverminderung, Ventilatorflügel, Kondenstöpfe, Kühler, Kühlerbutzen, Wärmeausgleichplatten, rost sichere Armaturen, Ventile, Hähne, Unterlegscheiben, Nieten, Wasserstandanzeiger, Indikatoren, Registriervorrichtungen, Öler, Signalhupen, Skalenblätter, Unterlagplatten für Feilhauerei.

Druckereien.

Setzerrahmen, Platten für Aluminogravüre, große Lettern, silber- und goldfarbige Bronzen.

Elektro-Industrie.

Motoren, Anlasser, Umformer, Gleichrichter, Spulen, Schalter, Kabelschuhe, Elektrizitätszähler, Drähte, Seile, Kabel, Bänder, Schienen für Fernleitungen (Starkstrom, Hoch- und Niederspannung), Heizplatten, Lampenfassungen, Sicherungen, Klammern, Installationskästen.

Feuerungstechnik.

Heizkörper für Dampf, Wasser, Gas, Elektrizität, Warmwasserapparate, Heizplatten.

Feuerwehrgeräte, Unfallverhütung, Rettungswesen.

Feuerspritzen, Wagenteile, Leitern (gefalzt), Löscheimer, Schlauchgarnituren, Tragbahnen, Sanitätskästen, Atmungsgeräte, Pulsometer, Schutzbleche, Helme, Schutzbrillen.

Halbfabrikate.

Walzbarren, Drahtbarren, Kerbblöckchen, Bleche, Bänder, Scheiben, Blattaluminium, Stangen, Profile, Rohre, Drähte, Lochbleche (Metall-Gewebe).

Haushaltsgegenstände.

Küchengeräte: Herdteile, Eisschränkteile, Eismaschinenteile, Kochtöpfe, Kessel, Bratpfannen, Kuchenformen, Kuchenbleche, Fleischwölfe, Fleischhaken, Becher, Untersätze, Teesiebe, Trichter, Schöpflöffel, Bestecke, Getränkewärmer, Kindergeschirr, Waschmaschinenteile, Waschkessel, Müll-eimer.

Gebrauchsgegenstände: Tischventilatoren, Haartrockner, Wärme flaschen, Kohlen-eimer, Schutzbleche, Blaker.

Holzbearbeitungs- und Möbel-Industrie.

Wärmeplatten und Wärmetische, Antrieb-scheiben, Richtwerkzeuge, Schablonen, Beschlüge.

Hygienisch-medizinische Waren.

Künstliche Glieder, Verbandsschienen, orthopädische Apparate, Pulsometer, Respiratoren, Ventile, Hähne.

Instrumentenbau.

Klaverrahmen, Trommeln, Schalltrichter.

Laboratorien.

Gefäße, Destilliervorrichtungen, Stative, Trockenschränke, Sand- und Ölbäder, Heizplatten, Heber.

Ladeneinrichtungen.

Metallschränke, Schaufenstergestelle, Vorratbehälter, Spültische, Getränkewärmer, Fleischhaken, Untersätze.

Landwirtschaft und Gartenbau.

Molkereimaschinen, Buttermaschinen, rost-feste Maschinen- und Wagenverkleidungen, Milchkannen, Kannen, Hohlmaße, Garnituren für Spritzschläuche, Geschirrzzeuge, Ketten, Gartenschilder, Geflügelringe.

Legierungs-Industrie.

Hauptbestandteil: der Aluminium-Zink-, Aluminium-Kupfer-Legierungen, des Silumins, des Duralumins, der Spandauer Aluminiumlegierung.

Nebenbestandteile: der Aluminium-Bronze, des Aluminium-Messings, des Elektrons, des Magnaliums, des Allits, der Verzinkungsbäder.

Desoxydationsmittel für Stahl, Eisen und andere Metalle und Legierungen, Thermitverfahren.

Luftschiffahrt- und Flugzeug-Industrie.

Gerippe, Motorengeläuse, Schwungmassenverminderung, Verkleidungen, Leitern (gefalzt), Kühler, Kühlbutzen, Wärmeausgleichplatten, Armaturen, Öler, Registriervorrichtungen, Signalhupen.

Meß- und Kontrollwesen.

Gasmesser, Wasser-Uhren, Elektrizitätszähler, Maßstäbe, Richtmaße, Schablonen, Wagebalken, Zeiger, Zifferblätter.

Metallisierung.

Tauchüberzüge, Spritzüberzüge (Schoop), Durchdringungsüberzüge (Kalorisieren).

Münzwesen.

Münzen, Wertmarken, Abzeichen, Kontrollmarken.

Photographische und Optische Industrie.

Photographische Apparate, Kassetten, Röhren, Stative, Objektivfassungen, Fernrohre, Feldstecher, Operngläser, Teile von Kinetographen und Lichtbildwerfern, Reflektoren.

Post und Telegraphie.

Apparate, Feldapparate, Rohrposthülsen, Leiter, Schaltungen.

Schiffs- und Bootsbau.

Motorboote, Pontons, Motorengehäuse, Schwungmassenverminderung, Schotten, Signalhupen, Kühler, Kühlbutzen, Wärmeausgleichplatten, Fensterrahmen für Schiffsluken, Ersatz für echte Hölzer, Verkleidungen, Leitern (gefalzt), Armaturen, Öler, Registriervorrichtungen, Ventile, Hähne.

Spiel-, Unterrichts- und Galanteriewaren.

In Form von Blechen, Bändern und Draht verwendbar für Guß-, Stanz-, Falz-, Biege- und Präge-Verfahren, Spielwaren, Modelle, physikalische Geräte, Knöpfe, Fingerhüte, Kämme, Bonbonnieren, Behälter, Büchsen.

Sport, Reise, Jagd.

Turngeräte, Feldkessel, Kocher, Lebensmittelbehälter, Feldbetten, Feldflaschen, Brustkörbe, Schutzkappen, Schutzbrillen, Schlittschuhe, Rollschuhe.

Verkehrs- und Beförderungswesen.

Automobil-, Motorrad- und Fahrrad-Industrie: Karosserien, Chassis, Motorengehäuse, Schwungmassenverminderung, Wärmeausgleichplatten, Kühler, Kühlbutzen, Zylinderkolben, Ventilationsflügel, Verkleidungen, Riffelbleche, Signalhupen.

Eisenbahnbau: Schwungmassenverminderung, Wärmeausgleichplatten, Lokomotiv- und Zugschilder, Türen, Fensterrahmen, Verkleidungen, Armaturen, Öler, Registriervorrichtungen, Ventile, Hähne, Signalhupen.

Fahrstühle und Hängebahnen: Fahrstuhl- und Hängebahnkörbe.

Straßenbahnen: Türen, Fensterrahmen, Schleifbügel, Wagenschilder, Schilder, Verkleidungen, Armaturen, Signalhupen.

Wagenbau: Transportwagen, Wagenteile, Verkleidungen.

Verpackungswesen.

Dosen, Tuben, Folien, Flaschenkapseln, Unterlegblättchen für Korkstopfen. [761]

Obering. J. Czochralski,

Obmann des Ausschusses für Aluminium- und Leichtlegierungen.

Stahl-Aluminiumseile.

In einer für weitere Kreise berechneten Werbeschrift tritt Obering. Georg Hiller, Essen, für die Verwendung von Stahl-Aluminiumseilen bei Freileitungen ein. Er betont zunächst, daß die Dauerhaftigkeit des Aluminiums für Freileitungen ebenso wie beim Kupfer nahezu unbegrenzt ist. Die Lebensdauer des Aluminiumseiles hängt wesentlich von der Reinheit des Metalles ab. Ein Aluminium mit nennenswertem Kupfergehalt zersetzt sich, auch wenn sich auf dem Seil die bekannte Oxydschicht gebildet hat. Daher soll für Leitungszwecke nur ein Aluminium mit einem Reinheitsgehalt von 99 vH verwendet werden. Vor der Verwendung von Rein-Aluminium mit weniger als diesem Reinheitsgehalt wird dringend gewarnt. Ein Seil, das mindestens 99 bis 99,3 vH Aluminium enthält, wird dagegen, allen in der Praxis vorkommenden Ansprüchen, d. h. auch den Angriffen durch Dämpfe und Gase der Luft standhalten.

Die Festigkeit der Kupferdrähte in den Abmessungen, wie sie für Freileitungen verwendet werden, beträgt im allgemeinen 44 bis 45 kg/mm², so daß das fertige Kupferseil eine Festigkeit von etwa 40 kg/mm² hat. Wird das Kupferseil mit 16 kg/mm² gespannt, so hat es gegen Zerreißen eine rd. 2,5fache Sicherheit. Die Festigkeit der Aluminiumdrähte für den gleichen Zweck beträgt etwa 19 bis 20 kg/mm², so daß das fertige Seil meist auf eine Bruchfestigkeit von 17 bis 18 kg/mm² kommt. Für das Seil aus Rein-Aluminium berechnet Hiller unter bestimmten Voraussetzungen daher eine nur 1,7 bis 1,8fache Sicherheit. Man hat nun bereits vor

Jahren versucht, die Rein-Aluminiumseile den Kupferleitungen an Sicherheit gleichwertig zu machen, indem man die Aluminiumseile mit einer Stahlseele versah und so die Festigkeit des Seiles erhöhte. In Amerika werden Stahl-Aluminiumseile seit einer Reihe von Jahren in großem Umfange verwendet, während sie in Deutschland bis vor kurzer Zeit nur wenig benutzt wurden. Die einzigen umfangreichen Stahl-Aluminiumleitungen, die bis zur Gegenwart in Deutschland verlegt worden sind, bestehen beim Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk und beim Murgwerk. Die Seile haben sieben Stahldrähte von insgesamt 35 mm² Querschnitt und eine Aluminiumlage von insgesamt 70 mm². Das Verhältnis von Stahl zu Aluminium ist also 1:2. Dies Verhältnis erscheint jedoch zu hoch, da die Sicherheit im Stahl allein schon höher als 4,5fache ist, gegenüber der 2,5fachen Sicherheit beim Kupfer. Man kann jedoch das Verhältnis von Stahl zu Aluminium so wählen, daß die Sicherheit des Gesamtseiles 2,5fache, also gleich derjenigen des Kupfers ist.

Die hauptsächlichsten Gründe, die man bisher gegen die Stahl-Aluminiumseile angeführt hat, liegen in der Gefahr von Anfrassungen auf Grund elektrolytischer Vorgänge zwischen Stahl und Aluminium und in der verschiedenen Wärmeausdehnung der beiden Metalle. Jedoch betont Hiller, daß eingehende Versuche in dieser Richtung die Haltlosigkeit der Befürchtungen ergeben haben. Wir kommen auf die Frage der Stahl-Aluminiumseile demnächst noch näher zurück.