

Bedeutung der Leichtmetalle als Austausch-Werkstoffe in der Meßtechnik

Z**95-1****Verfasser: Dr. F. Schroeder, Berlin****DK 546.4/6:621.317**

Die zahlreichen in neuerer Zeit entwickelten Legierungen auf Aluminium- und Magnesium-Grundlage haben sich infolge ihrer immer mehr erforschten wertvollen Eigenschaften in vielen Industriezweigen einführen können und erobern dauernd neue Verwendungsbereiche. Vorteile der Leichtmetalle sind: Kleines spezifisches Gewicht, das bei Al-Legierungen zwischen 2,65 und 2,88, bei Mg-Legierungen zwischen 1,76 und 1,88 liegt, ferner die im Vergleich zu den Schwermetallen leichtere Verarbeitung, z. B. durch das Spritzguß-, Preßguß-, Schleuderguß- und Strangpreß-Verfahren sowie die infolge der zulässigen höheren Schnittgeschwindigkeiten billigere spanabhebende Verformung, endlich die Rostfreiheit bzw. der leicht erreichbare Schutz gegen den Angriff von feuchter Luft mit oder ohne Gehalt an sauren oder alkalischen Gasen und Dämpfen. So ist es erklärlich, daß geeignete Leichtmetallsorten in steigendem Umfange zur Herstellung von Meßgeräten verschiedener Art herangezogen werden.

Eine ausreichende Rohstoffgrundlage für die Erzeugung der Leichtmetalle ist in fast allen Kulturstaaten vorhanden. Bis jetzt ist Bauxit das am wirtschaftlichsten auf die zur Al-Erzeugung erforderliche reine Tonerde verarbeitbare Rohmaterial, das in großen Mengen in Ungarn, Jugoslawien, Frankreich, Griechenland, Britisch-Guyana und Niederländisch-Indien vorkommt. In Deutschland wird die reine Tonerde aus Bauxit nach dem Bayer- und dem Löwigh-Verfahren hergestellt. Zwei deutsche Firmen haben gemeinsam das neue, bereits mit Erfolg im Versuchsbetrieb erprobte sog. „Sulfit-Tonerde-Verfahren“ ausgearbeitet, um aus reichlich vorhandenen deutschen Tonsorten reine Tonerde zu gewinnen. Die Devisenaufwand erfordernde Einfuhr von Bauxit dürfte also in absehbarer Zeit eingeschränkt oder sogar ganz eingestellt werden können. Für die Gewinnung von Mg-Legierungen stehen Magnesit, Dolomit und als Nebenprodukt in der Kali-Industrie anfallende Mg-Salze, vor allem Carnallit, reichlich zur Verfügung. Die Erzeugung von Al und Mg konnte trotz aller dahin zielenden Bemühungen nicht so gesteigert werden, daß der Verbrauch voll gedeckt war. Voraussetzung für die wirtschaftliche Leichtmetallgewinnung ist billiger elektrischer Strom, zu dessen Bereitstellung noch zu wenige Wasserkraft-Anlagen vorhanden sind.

In Deutschland sind Al und seine Legierungen in ihren Eigenschaften durch die Normblätter DIN 1712, 1713 und noch eine Reihe anderer festgelegt. Lange Zeit waren die Mg-Legierungen (reines Mg hat wegen seiner unzulänglichen Festigkeitseigenschaften keine große technische Bedeutung erlangt und findet nur zu pyrotechnischen Zwecken und als Desoxydationsmittel in der Gießereipraxis Verwendung) nur durch die Hausnormen der I. G. Farbenindustrie A.-G. erfaßt, heute gilt das Normblatt DIN 1717, das die untereinander nahe verwandten Legierungsgruppen „Elektron“ (I. G. Farben), „Magnewin“ (Wintershall A.-G.) und „Magnedur“ (Dürener Metallwerke A.-G.) behandelt. Für die Herstellung bester Leichtmetalle ist es wichtig, Al und Mg in reiner Beschaffenheit zu gewinnen. Deutsche Hüttenwerke liefern Al in den Reinheitsgraden 98...99, 99 und 99,5% Al; nur für

Sonderzwecke wird ein sehr reines Al von etwa 99,99% Al hergestellt. Je reiner das Al ist, um so größer ist seine chemische Beständigkeit, daher dient Rein-Al vielfach zum „Plattieren“, d. h. Aufbringen einer dünnen Rein-Al-Schicht, auf mechanisch sehr feste, aber weniger korrosionsbeständige, namentlich kupferhaltige Al-Legierungen. Das Plattieren geschieht durch Aufwalzen des Rein-Al auf das Grundmetall in der Hitze. Rohes Mg kann durch Umschmelzen in gußeisernen Tiegeln unter Durchwaschen des flüssigen Metalls mit einem Läuterungsmittel („Elrasal“ oder „Werralon“), das im wesentlichen aus einem Gemisch von Erdalkali-Fluoriden und -Chloriden neben etwas Magnesiumoxyd besteht, auf einen Reinheitsgrad von etwa 99,7% Mg gebracht werden. Das Läuterungsmittel schwimmt als eine gegen Oxydation schützende Schlacke auf dem Metall. Eine Oberflächenbehandlung von Mg-Legierungen durch Plattieren mit Rein-Mg ist nicht möglich. Al widersteht dem Angriff vieler Säuren, nicht aber dem von Alkalien, Mg zeigt das umgekehrte Verhalten.

Al und die meisten seiner Legierungen überziehen sich an der Luft mit einem harten, durchsichtigen, fest haftenden und sehr dünnen Oxydüberzug, der die Korrosionsbeständigkeit erheblich steigert. Es sind mehrere Verfahren ausgearbeitet worden, die Oxydschicht zu verstärken, z. B. das „MBV-Verfahren“ (Modifiziertes Bauer-Vogel-Verfahren), das in England viel angewandte „Bengough-Verfahren“ und besonders das „Eloxal-Verfahren“ (Elektrisch oxydiertes Al), bei dem eine anodische Oxydation durchgeführt wird. Dem Eloxal-Verfahren nahe verwandt ist das in Amerika entwickelte „Alumilite-Verfahren“. Eine Reihe von Al-Legierungen, z. B. Aluman, Heddal, Mangal, Silal, Wicromal, Aludur, Anticorodal, Legal M, Pantal, Ulmal u. a. m. lassen sich besonders gut „eloxieren“. In den letzten Jahren ist es gelungen, auch die anodische Oxydation von Mg-Legierungen nach dem „Elomag-Verfahren“ zu erreichen. Die auf Leichtmetallen verankerten Oxydschichten besitzen einen großen Reichtum an feinsten Poren, weshalb zu einem zuverlässigen Korrosionsschutz ein die Poren schließender Anstrich (Klarlack, Kunstharzlack, Einbrennlack) notwendig werden kann. Die feinporenen Oxydschichten, die einen vorzüglichen Haftgrund für alle Anstriche bilden, sind auch aufnahmefähig für verschiedene Teerfarbstoffe, mittels deren sich ansprechende Oberflächenfärbungen erzielen lassen. In vielen Fällen ist es möglich, durch Aufspritzen von Al mittels der Elektro-Spritzpistole von Schoop dauerhafte Schutzüberzüge auf Leichtmetallteilen herzustellen. Durch besondere Abänderungen des Verfahrens können, wie Th. Everts gezeigt hat, sowohl poröse als auch porenfreie Schichten, z. B. von Rein-Al auf Duralumin, erzeugt werden, ohne daß gegenüber anderen Verfahren Mehrkosten entstehen.

Richtungweisend für die Auswahl eines Leichtmetall-Werkstoffs für die Herstellung von Meßgeräten sind einerseits die Beanspruchungen, denen das fertige Gerät später im Gebrauch ausgesetzt sein wird, andererseits die Legierungszusammensetzung, die den Werkstoffcharakter, wie Verarbeitbarkeit, Festigkeitseigenschaften, Oberflächenveredlungsmöglichkeiten bestimmt. Die Zahl der unter verschiedenen Bezeichnungen in den Handel gebrachten Al-Legierungen mit oft sehr ähnlicher Legierungszusammensetzung ist

ATM**Archiv für Technisches Messen****Z 95-1****Dezember 1939**

außerordentlich groß; dies ist dadurch bedingt, daß schon geringe Abänderungen der Zusammensetzung einen weitgehenden Einfluß auf die Eigenschaften ausüben; dieser Einfluß ist auch bei den weit weniger zahlreichen Mg-Legierungen festzustellen.

In den letzten Jahren sind manche Firmen, die Meßgeräte herstellen, dazu übergegangen, viele Einzelteile aus Leichtmetallen anzufertigen. Es seien einige Beispiele genannt: Die Verwendung von Leichtmetall-Gehäusen für Thermographen, Hygrographen und Thermohygrographen hat sich bewährt, desgleichen von Gehäusen für Fernmeßgeräte mit einer Schreibvorrichtung auf Kreisdiagramm oder ablaufendem Papierstreifen. Die Fernübertragung der Meßwerte vom Meßort in eine Meßzentrale oder in einen Arbeitsraum der Betriebsleitung erfordert heute keine kupfernen Leiter mehr, da sich zu diesem Zweck die Legierung „Aldrey“ als bestgeeignet erwiesen hat. Ein Al-Draht von gleicher Länge wie ein Kupferdraht muß, um die gleiche Leitfähigkeit aufzuweisen, den 1,6fachen Querschnitt besitzen wie der kupferne Leiter, doch besitzt ein Draht aus Rein-Al zu geringe Festigkeitseigenschaften; Aldrey-Draht ist erheblich fester und steht hinsichtlich Leitfähigkeit dem Draht aus Rein-Al nur ganz unwesentlich nach. An Isoliermaterial kann gespart werden, da die den Draht bedeckenden Oxydschichten schon eine gewisse Isolierfähigkeit haben. Vorteilhaft ist die Verwendung von Leichtmetallen unter allen Umständen bei ortsbeweglichen Meßgeräten, zumal solchen, die auch im Freien benutzt werden müssen, wie z. B. Anemometern. Bequem zu handhaben wegen ihres geringeren Gewichts sind u. a. Meßgeräte zur Ermittlung der Umdrehungszahl von Wellen, tragbare Amperemeter und Voltmeter, Temperaturmeßgeräte, Meßgeräte zur Ermittlung der Wasserstoffionenkonzentration.

Einige der wichtigsten, für die Herstellung von Meßgeräten geeigneten Al-Legierungen sind folgende: Außer Aldrey „Aludur“, ein stählfestes Material für hochbeanspruchte feinmechanische Geräte, „Aluman“, etwa 40% fester als Al, auch gegenüber Seeluft korrosionsfest, „Anticorodal“, geeignet für Gehäuse, Verkleidungen usw., gut polierbar, „Duralumin“, stählfest, zwar weniger korrosionsfest, doch leicht durch Plattieren oder andere Verfahren zu schützen, „Duralium“, hochfest, seewasserbeständig, daher geeignet für Kompakgehäuse u. dgl., sowie für Meßgeräte im Bergbau, „Legal“, sehr fester Werkstoff für die Verwendung im Freien und für Zwecke, bei denen Kupfergehalt vermieden werden muß, „Pantal“, eine Legierung, die in Fällen benutzt wird, in denen nicht zu hohe Festigkeiten verlangt werden, geeignet z. B. für Beschläge, Schilder usw., „Peraluman“, Eigenschaften ähnlich wie Pantal, seewasserfest, „Silumin“, geeignet für Gußteile, „Silumin-Beta“, „Silumin-Gamma“ und „Kupfer-Silumin“, hochfeste Gußwerkstoffe, widerstandsfähig gegen Schwingungsbeanspruchungen. Nachstehende Tabelle gibt die Legierungszusammensetzung an; der Rest ist Al.

Eine eingehende Beschreibung der Al-Legierungen und auch der Mg-Legierungen, ihrer wirtschaftlichsten

und dem Werkstoffcharakter angepaßten Verarbeitungsmethoden und der Oberflächenveredlung hat H. Bürgel veröffentlicht².

Da die chemische Zusammensetzung der jetzt immer mehr geschätzten Mg-Legierungen, deren älteste die bekannten „Elektron“-Sorten sind, nur wenig voneinander abweicht, seien in Tabelle 2 nur die Legierungsbestandteile der Magnewin-Leichtmetalle aufgeführt:

Tabelle 2.

Zusammensetzung in Prozenten, Rest ist Rein-Mg						
a) Preß- und Knet-Legierungen				b) Gußlegierungen		
Name	Al	Zn	Mn	Al	Zn	Mn
Magnewin3501	—	—	1,5...2,0	—	—	—
„ 3512	3,0	1,0	0,2...0,5	—	—	—
„ 3510	6...7	0,5...1,0	0,2...0,5	—	—	—
„ 40	—	4,5	—	—	—	—
„ 3515	8...9	0,2...0,6	0,2	—	—	—
„ 3508	—	—	—	8	0,5	0,3
„ „Sg“	—	—	—	9	1	0,2...0,5

Bemerkenswert ist, daß diese geringen Legierungszusätze die Festigkeitseigenschaften und das Verhalten der Mg-Werkstoffe im Gebrauch weitgehend verbessern. Die Zugfestigkeiten liegen zwischen 24 und 35 kg/mm², die Druckfestigkeiten zwischen 30 und 45 kg/mm², die Brinellhärten zwischen 40 und 75 kg/mm². Für die Verarbeitung ist es günstig, daß die Schmelzpunkte je nach der Legierungszusammensetzung 600...640° C betragen. Die vielseitig verwendbare Sorte 3501 ist leicht schweißbar, die Legierungen 3512 (Automatenlegierung und festes Konstruktionsmaterial), 3510 (Profilmaterial) und 3515 (Schmiedestücke) sind begrenzt, doch immer noch befriedigend schweißbar. Die Sorte 40 besitzt infolge des Zinkgehalts gute Festigkeits- und Dehnungseigenschaften. Die so überaus leichten Mg-Werkstoffe können vorteilhaft überall da eingesetzt werden, wo geringes Gewicht eine Rolle spielt, z. B. für Tachometer, Uhrengehäuse u. a. m. in Kraftfahrzeugen, Rändelknöpfe und andere Teile von Kamera-Mikroskopen, Papier-Prüfgeräten usw. Bei den Kamera-Mikroskopen erhöhen sie insofern die Standfestigkeit, als sie dazu beitragen, den Schwerpunkt tiefer, d. h. näher an den (meist gußeisernen) Unterteil zu verlagern. Die Sorten 3501 und 3512 eignen sich u. a. recht gut für die Herstellung von Waagebalken analytischer Waagen. Die Sorte „Sg“ ist besonders für den Spritzguß entwickelt worden und ergibt feste, korrosionsbeständige Stücke von gleichmäßigem, spannungsfreiem Gefüge. Feinere Dreh- und Bohr-Späne von Mg-Werkstoffen können durch Unvorsichtigkeit Feuer fangen, Schleif- und Polierstaub kann in Mischung mit Luft heftig explodieren. Für alle Betriebe, die Mg-Werkstoffe mit mehr als 80% Mg-Gehalt verarbeiten, besteht daher in Deutschland die Anmeldepflicht bei der Gewerbe-Aufsichtsbehörde; über Schutzmaßnahmen vgl. E. Rauscher³.

Tabelle 1.

Name	Cu	Si	Mn	Mg	Ti	Fe
Aldrey	—	0,5...0,6	—	0,4...0,5	—	—
Aludur	3,5...5,5	0,3...0,6	0,3...1,0	0,3...0,7	—	—
Aluman	—	—	1,4...1,6	—	—	—
Anticorodal	—	0,9...1,1	0,6...0,8	0,65...0,75	0,1...0,2	—
Duralumin	0,0...5,5	0,2...1,0	0,0...1,2	0,2...2,0	—	—
Duralium	—	—	0,3...0,5	7,0	—	—
Legal	—	0,4...1,2	0,6...1,0	0,4...1,2	—	0,2...0,4
Pantal	—	0,5...1,0	0,4...1,4	0,8...2,0	0,3	—
Peraluman	—	—	1,3...1,5	2,0...2,2	—	—
Silumin	—	12...13,5	—	—	—	—
Silumin-Gamma	—	12,25...12,75	0,35...0,65	0,25...0,35	—	—
Kupfer-Silumin	0,8	12,0	0,3	—	—	—

Literatur.

1. Th. Everts, „Die Dichtigkeit gespritzter Metallüberzüge“, Z. Metallkde. 28 (1936), S. 143. — 2. H. Bürgel, „Deutsche Austausch-Werkstoffe“, Verlag J. Springer, Berlin 1937. — 3. E. Rauscher, „Verhüten von Schäden beim Bearbeiten von Magnesiumlegierungen“, Z. VDI 82 (1938), S. 856.