

Ersetzt Merkblätter DVS 0913 (April 1994), DVS 0933 (September 2001), DVS 0961 (April 1999)

**Inhalt:**

- 1 Einleitung
- 2 Physikalische Größen von chemisch reinem Aluminium (im Vergleich zu Eisen)
- 3 Einteilung und Bezeichnung von Aluminiumwerkstoffen
  - 3.1 Einteilung
  - 3.2 Bezeichnung von Aluminiumwerkstoffen
    - 3.2.1 Nach internationalem Legierungsregister (Knetlegierungen) der Aluminium Association (AA)
    - 3.2.2 Nach internationalem Legierungsregister (Gusslegierungen) der Aluminium Association (AA)
    - 3.2.3 Nach DIN EN 573-3 (Knetlegierungen)
    - 3.2.4 Nach DIN EN 1706 (Gusslegierungen)
- 4 Einfluss der Legierungselemente
  - 4.1 AlCu-Legierungen
  - 4.2 AlMn-Legierungen
  - 4.3 AlSi-Legierungen
  - 4.4 AlMg-Legierungen
  - 4.5 AlMgSi-Legierungen
  - 4.6 AlZn-Legierungen
  - 4.7 AlZnMgCu-Legierungen
- 5 Lieferzustände
- 6 Konstruktive Besonderheiten
  - 6.1 Öffnungswinkel
  - 6.2 Stegabstände
  - 6.3 Steghöhe
  - 6.4 Wurzelseitige Anfasung
  - 6.5 Badsicherung bei Stumpfnähten
  - 6.6 Wanddicke und Wanddickenunterschiede
  - 6.7 Freiräume für Brennerzugänglichkeit
  - 6.8 Schweißverzug, Wärmedehnung
  - 6.9 E-Modul
  - 6.10 Kerbempfindlichkeit
- 7 Korrosion bei Aluminium
  - 7.1 Allgemeines
  - 7.2 Einflüsse auf die Korrosion
    - 7.2.1 Legierungselemente, Beimengungen
    - 7.2.2 Thermische und mechanische Behandlungen
    - 7.2.3 Oberflächenbeschaffenheit
  - 7.3 Korrosionsarten
    - 7.3.1 Kontaktkorrosion
    - 7.3.2 Lochkorrosion (Lochfraß)
    - 7.3.3 Spaltkorrosion (Berührungskorrosion)
    - 7.3.4 Interkristalline Korrosion (IK)
    - 7.3.5 Spannungsrisskorrosion
    - 7.3.6 Schwingungsrisskorrosion
    - 7.3.7 Schichtkorrosion
- 8 Werkstoffspezifische Besonderheiten beim Schweißen von Aluminium
  - 8.1 Wasserstoffproblematik
  - 8.2 Kondensation und Versprümung
  - 8.3 Oxidschicht
  - 8.4 Festigkeitsabfall in der WEZ
    - 8.4.1 Nicht aushärtbare Werkstoffe (AW 5000er-Legierungen)
    - 8.4.2 Aushärtbare Werkstoffe
  - 8.5 Gusslegierungen
  - 8.6 Mischverbindungen (Knet- und Gusslegierungen)
  - 8.7 Wärmeleitfähigkeit
  - 8.8 Schrumpfung und Verzug
  - 8.9 Heißriss in Aluminium
  - 9 Schrifttum

**1 Einleitung**

Der Einsatz von Aluminium und seinen Legierungen nimmt ständig zu. Auch in der Zukunft ist mit einem überproportionalen Zuwachs und der Substitution von Stahl speziell, aber nicht nur, im Mobilitätsbereich zu rechnen. Die steigenden Energiekosten machen den Leichtbau zunehmend wirtschaftlich. Dies führt dazu, dass Fertigungsbetriebe von der Verarbeitung von Stahl auf Aluminium umsteigen oder direkt Aluminiumverarbeiter neu entstehen. Da die Fertigungsprozesse und die verwendeten Begriffe von Stahl oft nur wenig abweichen werden allzu oft grundlegende Fehler in der Verarbeitung gemacht, welche zu teurer Nacharbeit, Ausschuss und Terminverzug führen. Tatsächlich sind viele Eigenschaften von Aluminium geradezu entgegengesetzt zu Stahl und deren Kenntnis ist für eine sichere Verarbeitung unbedingt nötig. Der hier vorliegende Teil 1 des Merkblattes beschäftigt sich deshalb nahezu ausschließlich mit den werkstoffspezifischen Grundlagen von Aluminium und zieht in vielen Fällen einen direkten Vergleich zu Stahl um das nötige Verständnis des Anwenders zu erreichen.

**2 Physikalische Größen von chemisch reinem Aluminium (im Vergleich zu Eisen)**

Tabelle 1. Physikalische Eigenschaften von Aluminium zu Eisen.

Eigenschaften	Einheit	Al	Fe	Verhältnis
Atomgewicht	[g/Mol]	26,98	55,84	≈ 1 zu 2
Kristallgitter		Kubisch flächenzentriert	Kubisch raumzentriert	
Dichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	2,70	7,87	≈ 1 zu 3
Elastizitätsmodul	[GPa]	67	210	≈ 1 zu 3
Ausdehnungskoeffizient	[1/K]	24 · 10 <sup>-6</sup>	12 · 10 <sup>-6</sup>	≈ 2 zu 1
Rp0,2	[MPa]	≈ 10	≈ 100	≈ 1 zu 10

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beurteilung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Lichtbogenschweißen“

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

Eigenschaften	Einheit	Al	Fe	Verhältnis
Zugfestigkeit $R_m$	[MPa]	≈ 50	≈ 200	≈ 1 zu 4
Spezifische Wärme	[J/kg·K]	≈ 890	≈ 460	≈ 2 zu 1
Schmelzwärme	[J/g]	≈ 390	≈ 272	≈ 1,5 zu 1
Schmelztemperatur	[°C]	660	1536	≈ 1 zu 2,5
Wärmeleitfähigkeit	[W/m·K]	235	75	≈ 3 zu 1
Elektrische Leitfähigkeit (Aluminiumoxid $Al_2O_3$ )	[S/m]	$38 \cdot 10^{-6}$ ( $< 1 \cdot 10^{-6}$ )	≈ $10 \cdot 10^{-6}$	≈ 4 zu 1
Oxide		$Al_2O_3$	$FeO / Fe_2O_3 / Fe_3O_4$	
→ Schmelztemperatur der Oxide	[°C]	2050	1400 / 1455 / 1600	Bei Fe ähnlich dem Metall; bei Al ca. 3 x so hoch
→ Dichte der Oxide	[g/cm³]	3,89	5,7 / 5,24 / ≈ 5,0	Fe-Oxide sind leichter als Metall; Al-Oxid schwerer
Wärmeleitfähigkeit der Oxide	[W/m·K]	niedrig	hoch	

Tabelle 2. Physikalische Eigenschaften einiger ausgewählter Werkstoffe.

Eigenschaften	Einheit	S 235 1.0038	1.4301 (CrNi 18 8)	EN AW-ALMg 1,5Mn0,1 EN AW-5083	EN AW-ALMgSi EN AW-6060
Dichte	[g/cm³]	7,85	7,93	2,66	2,70
Schmelztemperatur	[°C]	1500	1400 - 1455	574 - 608	585 - 650
Elastizitätsmodul	[GPa]	210	190 - 210	71	69,5
Ausdehnungskoeffizient	[1/K]	$11,5 \cdot 10^{-6}$	$18 \cdot 10^{-6}$	$23,2 \cdot 10^{-6}$	$23,4 \cdot 10^{-6}$
Wärmeleitfähigkeit	[W/m·K]	50	16,3	170 - 140	170 - 220
Elektrische Leitfähigkeit	[m·mm²]	9,3	1,3	16 - 17	24 - 32
Zugfestigkeit $R_m$	[MPa]	360 - 470	460 - 1100	300 (Zustand O)	>190 (Zustand T6) >215 (Zustand T66)

### 3 Einteilung und Bezeichnung von Aluminiumwerkstoffen

#### 3.1 Einteilung

Reinaluminium ist sehr weich und gut umformbar. Die Zugfestigkeit ist mit ca. 50 MPa dagegen sehr gering. Eine Steigerung der Zugfestigkeit bis zu 280 MPa und mehr kann insbesondere durch Legieren mit Magnesium und/oder Mangan erreicht werden. Eine weitere Möglichkeit zur Festigkeitssteigerung dieser Werkstoffe ist eine Kaltverfestigung durch Walzen oder Pressen.

Durch Verwendung von Silizium, Zink, Kupfer oder Magnesium als Legierungselemente können aushärtbare Legierungen hergestellt werden. Das Aushärten erfolgt durch Lösungsglühen, anschließendes Abschrecken und Auslagern.

Sowohl der Anteil der Legierungselemente als auch der Festigkeitszustand der Werkstoffe hat wesentlichen Einfluss auf die schweißtechnische Verarbeitung. Größtenteils an diesen Eigenschaften erfolgt die Einteilung nach Bild 1.

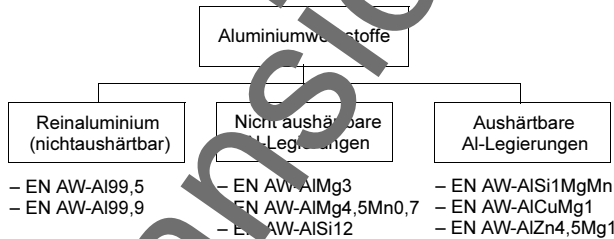


Bild 1. Einteilung der Aluminiumwerkstoffe nach Legierungselementen.

Eine andere Möglichkeit der Einteilung von Al-Werkstoffen ist die Berücksichtigung des Verfahrens zur Herstellung der Aluminiumlegungen. Dabei erfolgt eine Unterteilung in Aluminium-Knetlegierungen und in Aluminium-Gusslegierungen.

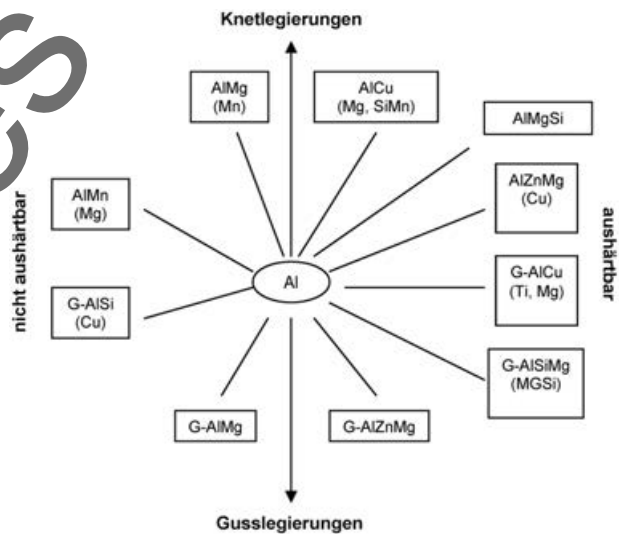


Bild 2. Einteilung der Aluminiumwerkstoffe nach der Herstellung.

#### 3.2 Bezeichnung von Aluminiumwerkstoffen

##### 3.2.1 Nach internationalem Legierungsregister (Knetlegierungen) der Aluminium Association (AA)

Die erste Ziffer bezeichnet die grundsätzlichen Legierungselemente z. B. Serie 1000. Die zweite Ziffer, sofern diese nicht Null ist, zeigt eine Modifikation der Grundlegierung und die dritte und vierte Ziffer sind willkürlich zur Identifikation der jeweiligen Legierung vergeben.

Beispiel: Bei 5183 zeigt die 5 dass es sich um eine AlMg-Legierung handelt, die 1 dass es die erste Modifikation ist und 83 ist eine Identifikationsnummer innerhalb der 5xxx Serie.