

Übersicht Aluminium

Aluminium Normen, Richtlinien, Hinweise

1. Vorkommen und Eigenschaften

Aluminium ist nach Sauerstoff und Silizium das dritthäufigste Element und mit ca. 8 % am Aufbau der Erdkruste beteiligt. Trotz seines häufigen Vorkommens wurde es als Metall erst in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts entdeckt und kommt als technischer Werkstoff seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zum Einsatz. Wegen seiner spezifischen Eigenschaften und der reichlichen Ressourcen ist Aluminium das Metall der Gegenwart. Aluminium zeichnet sich durch ein geringes Gewicht (Dichte 2,70 g/cm³), sehr gute Wärmeleitfähigkeit und eine niedrige Schmelztemperatur aus und ist für den Menschen gesundheitlich unbedenklich. Aluminiumlegierungen können sehr weich bis sehr hart produziert werden, so dass sie aufgrund optimaler Bearbeitbarkeit in vielen Einsatzbereichen verwendet werden. Das Metall findet vor allem Anwendung in der Verkehrstechnik (Herstellung von Flugzeugen, Automobilen, Lokomotiven und Schiffen), Verpackung, Hochbau, Maschinenbau sowie als metallisch dekorative Applikation in der Innenarchitektur und im Produktdesign.

Aluminium und seine Legierungen/Anwendungsfelder							
EN AW-1... Reinaluminium Al99,XX	EN AW-2... Legierungen mit Kupfer	EN AW-3... Legierungen mit Mangan AlMn [Mg]	EN AW-4... Legierungen mit Silizium AlSi	EN AW-5... Legierung mit Magnesium AlMg[Mn]	EN AW-6... Legierungen mit Magnesium + Silizium AlMgSi	EN AW-7... Legierungen mit Zink, Magnesium (Kupfer) AlZn[Mg,Cu]	EN AW-8... Legierungen mit Elementen AlFe, AlLi
nicht aushärtbar	aushärtbar	nicht aushärtbar		nicht aushärtbar	aushärtbar	aushärtbar	
Hohe Korrosionsbeständigkeit Apparate- und Behälterbau, chemische Industrie, Nahrungsmittelindustrie gute Verformbarkeit, Tiefziehen Profile für Dekoration und Architektur hoher Glanz durch chem. und elektrolytisches Polieren Reflektoren, Modeschmuck	Bohr-, Dreh- und Fräsqualität, Automatenlegierungen Luftfahrt, Transport und Verkehr höchste Isotropie der Aluminiumlegierungen	Hohe Korrosionsbeständigkeit, gut tiefziehgeeignet, Falzqualität Dachdeckung, Waschmaschinen, Spezialwerkstoff für Isolierungsabdichtungen	Üblicherweise nur für Gussteile	Gezogene und gedrückte Teile Möbel-, Metallbau, Apparate- und Behälterbau, Fahrzeug- und Schiffbau, Metallbau (Eloxalqualität), Verkehrsschilder, Tieftemperaturtechnik. Nichtaushärtbare Legierung höchste Festigkeit	Gute Korrosionsbeständigkeit und Schmiedbarkeit, sehr gut zu polieren Fenster, Türen, Metallbau, Innenausstattung, Metallgestelle, Textilindustrie, Haushaltsartikel, Dekoration, Schrauben, Fernsehantennen, Stricknadeln, Nahrungsmittelindustrie, Fahrzeugbau	Legierungen für tragende Konstruktionen, gut schweißbar Fahrzeugbau, Transportgeräte hohe Festigkeiten Luftfahrt, Maschinenbau, Speziallegierungen für den Werkzeug-, Vorrichtungs- und Formenbau	Sonderanwendungsgebiete, z. B. Luftfahrt, Tiefziehen

Physikalische und mechanische Eigenschaften von Aluminium

Dichte	g/cm ³	2,70
Schmelztemperatur	°C	660
Elastizitätsmodul	N/mm ²	68.000–80.000
Ausdehnungskoeffizient	10 ⁻⁶ /K	20–24,2
elektrische Leitfähigkeit	m/(Ωmm ²)	11–38
Zugfestigkeit ¹	N/mm ²	35–465
Bruchdehnung ¹	%	1–35

¹ abhängig vom Behandlungszustand

Aluminium ist ein Metall, dessen Eigenschaften auch nach seiner Nutzung in einem Produkt nicht beeinträchtigt werden, so dass Aluminium beliebig oft ohne Qualitätsverlust wiederverwertet werden kann. Der Energieverbrauch bei der Herstellung von Recycling-Aluminium liegt bei nur 5-10 % des Wertes, der für die Herstellung von Primär-Aluminium benötigt wird. Daher ist das Recyceln von Aluminium sowohl ökonomisch als auch ökologisch sinnvoll. Aluminiumschrott trägt zu rund 25 % zur Deckung des Gesamtbedarfs bei.

2. Wirkung der Legierungselemente

Nicht aushärtbare Legierungen

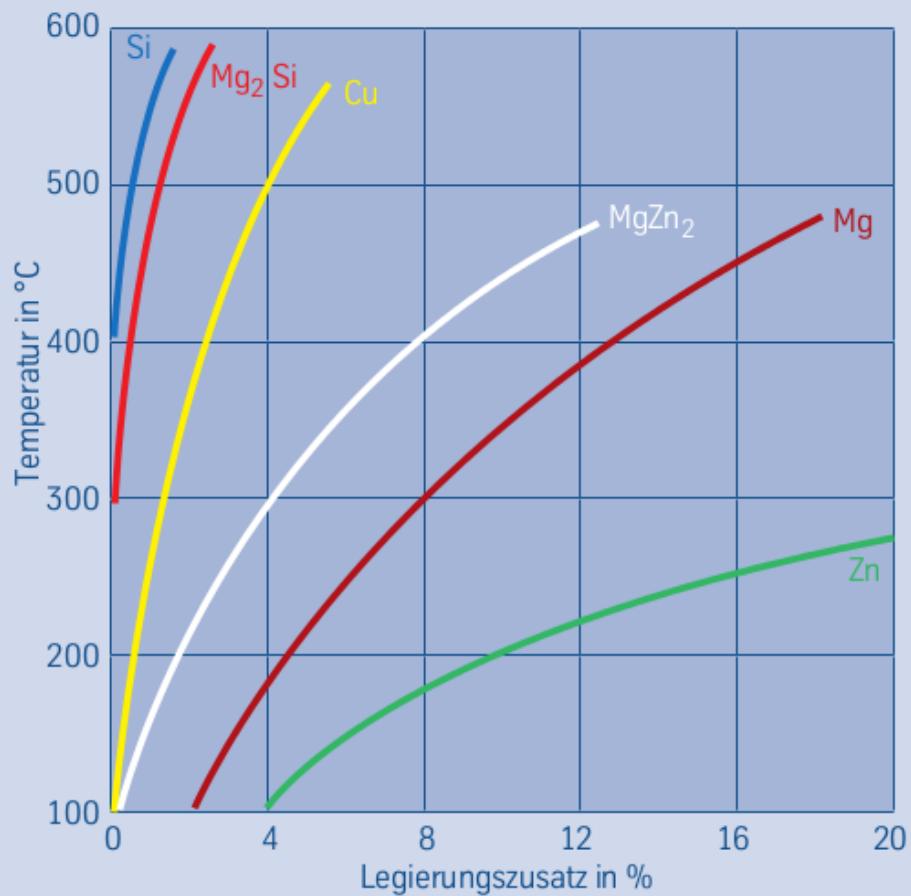
Die nicht aushärtbaren (naturharten) Knetlegierungen des Aluminiums enthalten im Allgemeinen Magnesiumzusätze von 0,5 bis 7 % oder auch Manganzusätze bis 1,5 %. Wirksam für die Festigkeitssteigerung bei den nicht aushärtbaren Legierungen sind hauptsächlich in Lösung befindliche Atome der genannten Elemente, die das Aluminiumgitter verspannen und dadurch verfestigen.

Aushärtbare Legierungen

Bei der Herstellung aushärtbarer Legierungen werden die Elemente Silizium, Kupfer, Zink oder Verbindungen dieser (Halb-)Metalle zulegiert (Bild 1), die bei höheren Temperaturen gelöst sind. Beim Abkühlen wird das Aluminium-Gefüge sich selbst überlassen (Auslagern). Die Atome der Legierungsbestandteile versuchen nun, sich zu vereinigen und Ausscheidungen zu bilden. Auf ihrer Diffusion (Wanderung) zueinander bleiben sie unterwegs im Aluminium stecken und bewirken eine besonders starke Verspannung, die zur Festigkeitssteigerung führt.

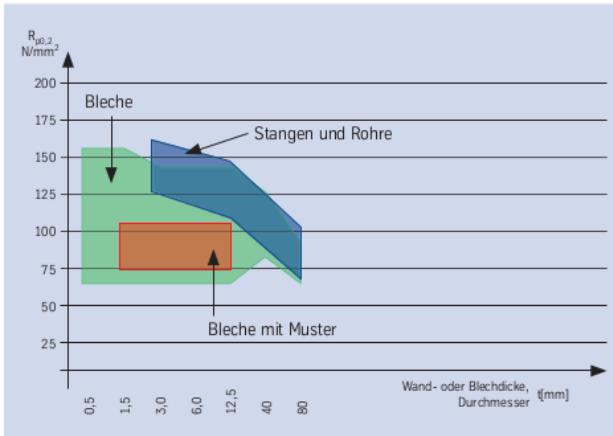
Löslichkeit von Legierungszusätzen in Aluminium

Bild 1

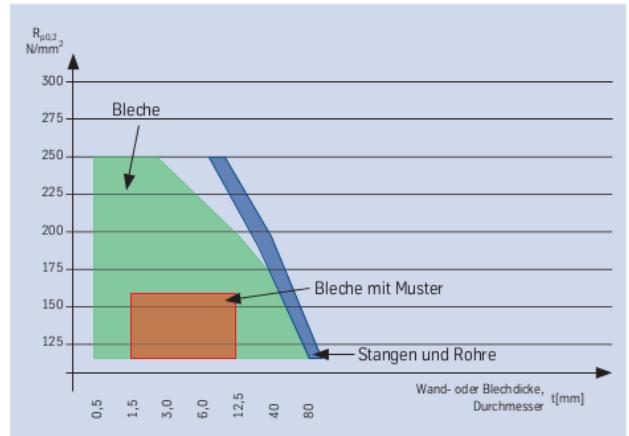


3. Mechanische Eigenschaften gängiger Aluminiumlegierungen

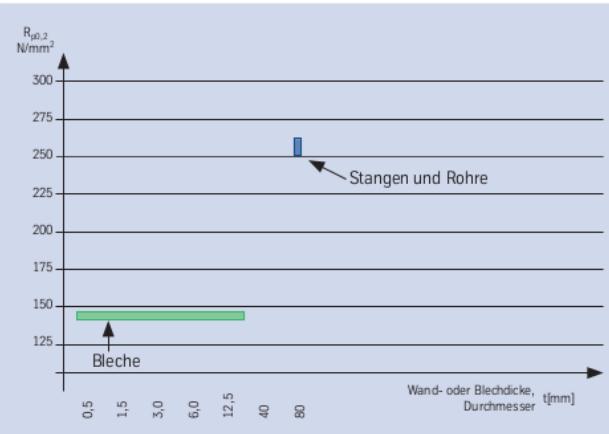
EN AW-1050A Aluminium – Reinaluminium



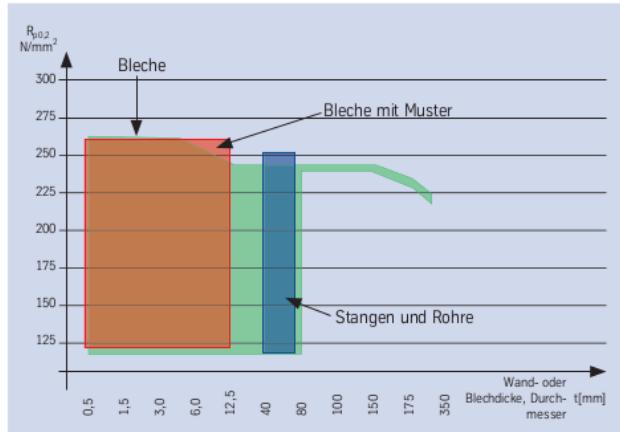
EN AW-5754 Aluminium – legiert mit Magnesium



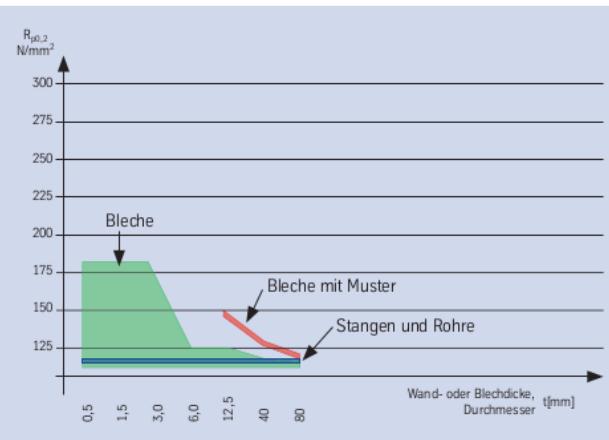
EN AW-2017A Aluminium – legiert mit Kupfer



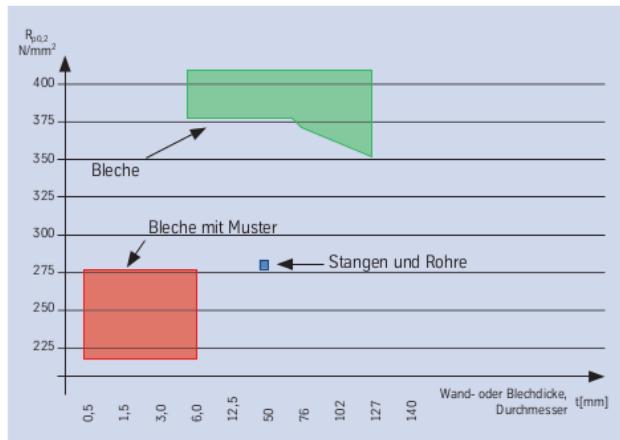
EN AW-6082 Aluminium – legiert mit Magnesium und Silizium



EN AW-3003 Aluminium – legiert mit Mangan



EN AW-7020 Aluminium – legiert mit Zink und Magnesium



4. Normenvergleich DIN EN - Übersicht der Aluminiumlegierungen



Aufbau der Werkstoffnummern

Aufbau der Werkstoffnummern

EN	A	W	1	0	5	0	A
1	2	3	4	5	6	7	8

1 = Präfix

2 = Bezeichnung für Aluminiumwerkstoff (A)

3 = Werkstoffform (hier W = Knetlegierung)

4 = Zahl zwischen 1–8 (Legierungsgruppe)

5–7 = Zahlen zwischen 111–999
(haben keine bestimmte Bedeutung)

8 = Buchstabe A–Z (Zusatz, wenn für die Benennung die Zahlenkombinationen nicht ausreichen)

DIN Bezeichnung Kurzzeichen	Werkstoff-Nr.	EN Bezeichnung Werkstoff-Nr.	Chemisches Symbol	Bänder, Bleche, Platten	Bleche mit eingewalzten Mustern	gezogene Stangen und Rohre	stranggepresste Stangen, Rohre und Profile	Vordraht	Schmiedestücke
Reinaluminium, nicht aushärtbar									
Al99,9	3.0305	–	–						
AlMg1,5	3.3316	–	–						
E-Al99,85MgSi	3.2307	–	–						
E-AlMgSi	3.2305	–	–						
Al99,5	3.0255	EN AW-1050A	EN AW-Al 99,5	●	●	●	●	●	
–	–	EN AW-1060	EN AW-Al 99,6						
Al99,7	3.0275	EN AW-1070A	EN AW-Al 99,7	●			●	●	
Al99,8	3.0285	EN AW-1080A	EN AW-Al 99,8(A)	●				●	
–	–	EN AW-1085	EN AW-Al 99,85						
–	–	EN AW-1090	EN AW-Al 99,90					●	
Al99,98R	3.0385	EN AW-1098	EN AW-Al 99,98					●	
–	–	EN AW-1100	EN AW-Al 99,0Cu						
–	–	EN AW-1198	EN AW-Al 99,98(A)						
–	–	EN AW-1199	EN AW-Al 99,99						
Al99	3.0205	EN AW-1200	EN AW-Al 99,0	●		●	●	●	
–	–	EN AW-1200A	EN AW-Al 99,0(A)						
–	–	EN AW-1235	EN AW-Al 99,35						
–	–	EN AW-1350	EN AW-EAI 99,5			●		●	
E-Al	3.0257	EN AW-1350A	EN AW-EAI 99,5(A)						
–	–	EN AW-1370	EN AW-EAI 99,7					●	
–	–	EN AW-1450	EN AW-Al 99,5Ti					●	
Legierungen mit Kupfer, aushärtbar									
–	–	EN AW-2001	EN AW-Al Cu5,5MgMn						
AlCuMgPb	3.1645	EN AW-2007	EN AW-Al Cu4PbMgMn		●	●			
AlCuBiPb	3.1655	EN AW-2011	EN AW-Al Cu6BiPb	●	●	●		●	
–	–	EN AW-2011A	EN AW-Al Cu6BiPb(A)	●	●	●			
AlCuSiMn	3.1255	EN AW-2014	EN AW-Al Cu4SiMg	●	●	●			
–	–	EN AW-2014A	EN AW-Al Cu4SiMg(A)	●	●	●			
AlCuMg1	3.1325	EN AW-2017A	EN AW-Al Cu4MgSi(A)	●	●	●			
AlCuMg2	3.1355	EN AW-2024	EN AW-Al Cu4Mg1	●	●	●			
–	–	EN AW-2030	EN AW-Al Cu4PbMg	●	●	●			
–	–	EN AW-2031	EN AW-Al Cu2,5NiMg					●	
–	–	EN AW-2091	EN AW-Al Cu2Li2Mg1,5						
AlCu2,5Mg0,5	3.1305	EN AW-2117	EN AW-Al Cu2,5Mg					●	
–	–	EN AW-2124	EN AW-Al Cu4Mg1(A)						
–	–	EN AW-2214	EN AW-Al Cu4SiMg(B)						
–	–	EN AW-2219	EN AW-Al Cu6Mn						●
–	–	EN AW-2319	EN AW-Al Cu6Mn(A)					●	
–	–	EN AW-2618A	EN AW-Al Cu2Mg1,5Ni					●	
Legierungen mit Mangan, nicht aushärtbar									
–	–	EN AW-3002	EN AW-Al Mn0,2Mg0,1						
AlMnCu	3.0517	EN AW-3003	EN AW-Al Mn1Cu	●	●	●	●	●	
AlMn1Mg1	3.0526	EN AW-3004	EN AW-Al Mn1Mg1	●					
AlMn1Mg0,5	3.0525	EN AW-3005	EN AW-Al Mn1Mg0,5	●					
–	–	EN AW-3005A	EN AW-Al Mn1Mg0,5(A)						
–	–	EN AW-3017	EN AW-Al Mn1Cu0,3						
–	–	EN AW-3102	EN AW-Al Mn0,2						
AlMn1	3.0515	EN AW-3103	EN AW-Al Mn1	●	●	●	●	●	

DIN Bezeichnung Kurzzeichen	Werkstoff-Nr.	EN Bezeichnung Werkstoff-Nr.	Chemisches Symbol	Bänder, Bleche, Platten	Bleche mit eingewalzten Mustern	gezogene Stangen und Rohre	strang gepresste Stangen, Rohre und Profile	Vordraht	Schmiedestücke
Legierungen mit Mangan, nicht austärbar									
AlMn0,5Mg0,5	3.0505	EN AW-3105	EN AW-Al Mn0,5Mg0,5	●					
AlMn0,6	3.0506	EN AW-3207	EN AW-Al Mn0,6						
		EN AW-3207A	EN AW-Al Mn0,6(A)						
Legierungen mit Silizium									
		EN AW-4004	EN AW-Al Si10Mg1,5	●					
		EN AW-4006	EN AW-Al Si1Fe	●					
		EN AW-4007	EN AW-Al Si1,5Mn	●					
		EN AW-4014	EN AW-Al Si2						
		EN AW-4015	EN AW-Al Si2Mn	●					
		EN AW-4016	EN AW-Al Si2MnZn						
		EN AW-4017	EN AW-Al SiMnMgCu						
		EN AW-4018	EN AW-Al Si7Mg						
		EN AW-4032	EN AW-Al Si12,5MgCuNi						●
		EN AW-4043A	EN AW-Al Si5(A)					●	
		EN AW-4045	EN AW-Al Si10					●	
		EN AW-4046	EN AW-Al Si10Mg					●	
		EN AW-4047A	EN AW-Al Si12(A)					●	
		EN AW-4104	EN AW-Al Si10MgBi						
		EN AW-4343	EN AW-Al Si7,5						
Legierungen mit Magnesium, nicht austärbar									
AlMg1	3.3315	EN AW-5005	EN AW-Al Mg1(B)	●		●	●	●	
		EN AW-5005A	EN AW-Al Mg1(C)	●		●	●		
		EN AW-5010	EN AW-Al Mg0,5Mn						
AlMg5	3.3555	EN AW-5018	EN AW-Al Mg3Mn0,4						●
		EN AW-5019	EN AW-Al Mg5			●	●	●	●
		EN AW-5040	EN AW-Al Mg1,5Mn	●					
		EN AW-5042	EN AW-Al Mg3,5Mn						
AlMg2Mn0,8	3.3527	EN AW-5049	EN AW-Al Mg2Mn0,8	●					
		EN AW-5050	EN AW-Al Mg1,5(C)	●					
		EN AW-5050A	EN AW-Al Mg1,5(D)						
AlMg1,8	3.3326	EN AW-5051A	EN AW-Al Mg2(B)				●	●	
AlMg2,5	3.3523	EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	●	●	●	●	●	
AlMg5	3.3555	EN AW-5056A	EN AW-Al Mg5						
		EN AW-5058	EN AW-Al Mg5Pb1,5						
AlMg4,5	3.3345	EN AW-5082	EN AW-Al Mg4,5					●	
AlMg4,5Mn	3.3547	EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	●	●	●	●	●	●
AlMg4Mn	3.3545	EN AW-5086	EN AW-Al Mg4	●	●	●	●	●	
		EN AW-5087	EN AW-Al Mg4,5MnZr						
Al99,85Mg0,5	3.3307	EN AW-5110	EN AW-Al 99,85Mg0,5						
		EN AW-5119	EN AW-Al Mg5(A)						
		EN AW-5119A	EN AW-Al Mg5(B)						
		EN AW-5149	EN AW-Al Mg2Mn0,8(A)						
		EN AW-5154A	EN AW-Al Mg3,5(A)	●		●	●	●	
		EN AW-5154B	EN AW-Al Mg3,5Mn0,3						
AlMg5Mn	3.3549	EN AW-5182	EN AW-Al Mg4,5Mn0,4	●					
		EN AW-5183	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7(A)						
		EN AW-5183A	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7(C)						
		EN AW-5186	EN AW-Al Mg4Mn0,4						
		EN AW-5187	EN AW-Al Mg4,5MnZr(A)						
Al99,9Mg0,5	3.3308	EN AW-5210	EN AW-Al 99,9Mg0,5					●	
		EN AW-5249	EN AW-Al Mg2Mn0,8Zr					●	
AlMg2Mn0,3	3.3525	EN AW-5251	EN AW-Al Mg2Mn0,3	●		●	●	●	
		EN AW-5252	EN AW-Al Mg2,5(B)						
		EN AW-5283A	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7(B)						
Al99,85Mg1	3.3317	EN AW-5305	EN AW-Al 99,85Mg1					●	
AlRMg0,5	3.3309	EN AW-5310	EN AW-Al 99,98Mg0,5						
		EN AW-5352	EN AW-Al Mg2,5(A)						
		EN AW-5354	EN AW-Al Mg2,5MnZr					●	
		EN AW-5356	EN AW-Al Mg5Cr(A)					●	
		EN AW-5356A	EN AW-Al Mg5Cr(B)						
		EN AW-5383	EN AW-Al Mg4,5Mn0,9	●					
		EN AW-5449	EN AW-Al Mg2Mn0,8(B)	●					

DIN Bezeichnung Kurzzeichen	Werkstoff-Nr.	EN Bezeichnung Werkstoff-Nr.	Chemisches Symbol	Bänder, Bleche, Platten	Bleche mit eingewalzten Mustern	gezogene Stangen und Rohre	strang gepresste Stangen, Rohre und Profile	Vordraht	Schmiedestücke	
				DIN EN 573-3 DIN EN 485-1 DIN 40501-1	DIN EN 573-3 DIN EN 1386 DIN EN 485-1	DIN EN 573-3 DIN EN 754-1 DIN 40501-2	DIN EN 573-3 DIN EN 755-1 DIN 40501-3	DIN EN 573-3 DIN EN 1715-1 DIN EN 1745-2	DIN EN 573-3 DIN EN 586-1	
Legierungen mit Magnesium, nicht austärkbar										
AlMg2,7Mn	3.3537	EN AW-5454	EN AW-Al Mg3Mn	●			●		●	
-	-	EN AW-5456A	EN AW-Al Mg5Mn1(A)					●		
-	-	EN AW-5456B	EN AW-Al Mg5Mn1(B)							
Al99,9Mg1	3.3318	EN AW-5505	EN AW-Al 99,9Mg1					●		
-	-	EN AW-5554	EN AW-Al Mg3Mn(A)					●		
AlMg5Mn	3.3549	EN AW-5556A	EN AW-Al Mg5Mn					●		
-	-	EN AW-5556B	EN AW-Al Mg5Mn(A)							
-	-	EN AW-5605	EN AW-Al 99,98Mg1							
-	-	EN AW-5654	EN AW-Al Mg3,5Cr					●		
-	-	EN AW-5654A	EN AW-Al Mg3,5Cr(A)							
-	-	EN AW-5657	EN AW-Al 99,85Mg1(A)							
AlMg3	3.3535	EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	●	●	●	●	●	●	●
Legierungen mit Magnesium und Silizium, austärkbar										
-	-	EN AW-6003	EN AW-Al Mg1Si0,8							
-	-	EN AW-6005	EN AW-Al SiMg				●			
AlMgSi0,7	3.3210	EN AW-6005A	EN AW-Al SiMg(A)				●			
-	-	EN AW-6005B	EN AW-Al SiMg(B)							
-	-	EN AW-6008	EN AW-Al SiMgV							
-	-	EN AW-6011	EN AW-Al Mg0,9Si0,9Cu							
AlMgSiPb	3.0615	EN AW-6012	EN AW-Al MgSiPb		●	●	●	●		
-	-	EN AW-6013	EN AW-Al Mg1Si0,8CuMn							
-	-	EN AW-6015	EN AW-Al Mg1Si0,3Cu							
-	-	EN AW-6016	EN AW-Al Si1,2Mg0,4	●						
-	-	EN AW-6018	EN AW-Al Mg1SiPbMn				●			
-	-	EN AW-6056	EN AW-Al Si1MgCuMn							
AlMgSi0,5	3.3206	EN AW-6060	EN AW-Al MgSi			●	●		●	
AlMg1SiCu	3.3211	EN AW-6061	EN AW-Al Mg1SiCu	●	●	●	●	●	●	
-	-	EN AW-6061A	EN AW-Al Mg1SiCu(A)							
-	-	EN AW-6063	EN AW-Al Mg0,7Si		●	●	●	●	●	
-	-	EN AW-6063A	EN AW-Al Mg0,7Si(A)							
-	-	EN AW-6081	EN AW-Al Si0,9MgMn							
AlMgSi1	3.2315	EN AW-6082	EN AW-Al Si1MgMn	●	●	●	●	●	●	●
-	-	EN AW-6082A	EN AW-Al Si1MgMn(A)							
-	-	EN AW-6101	EN AW-EAI MgSi					●		
-	-	EN AW-6101A	EN AW-EAI MgSi(A)				●			
E-AlMgSi0,5	3.3207	EN AW-6101B	EN AW-EAI MgSi(B)				●			
-	-	EN AW-6106	EN AW-Al MgSiMn				●			
-	-	EN AW-6181	EN AW-Al Si1Mg0,8							
-	-	EN AW-6201	EN AW-EAI Mg0,7Si					●		
-	-	EN AW-6261	EN AW-Al Mg1SiCuMn				●			
-	-	EN AW-6262	EN AW-Al Mg1SiPb		●	●	●			
-	-	EN AW-6351	EN AW-Al Si1Mg0,5Mn				●			
-	-	EN AW-6351A	EN AW-Al Si1Mg0,5Mn(A)							
Al99,9MgSi	3.3208	EN AW-6401	EN AW-Al 99,9MgSi					●		
-	-	EN AW-6463	EN AW-Al Mg0,7Si(B)				●			
-	-	EN AW-6951	EN AW-Al MgSi0,3Cu							
Legierungen mit Zink, Magnesium (Kupfer), austärkbar										
-	-	EN AW-7003	EN AW-Al Zn6Mg0,8Zr				●			
-	-	EN AW-7005	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Mn				●			
-	-	EN AW-7009	EN AW-Al Zn5,5MgCuAg							
-	-	EN AW-7010	EN AW-Al Zn6MgCu						●	
-	-	EN AW-7012	EN AW-Al Zn6Mg2Cu						●	
-	-	EN AW-7015	EN AW-Al Zn5Mg1,5CuZr							
-	-	EN AW-7016	EN AW-Al Zn4,5Mg1Cu							
AlZn4,5Mg1	3.4335	EN AW-7020	EN AW-Al Zn4,5Mg1	●	●	●	●	●		●
-	-	EN AW-7021	EN AW-Al Zn5,5Mg1,5	●						
AlZnMgCu0,5	3.4345	EN AW-7022	EN AW-Al Zn5Mg3Cu	●		●	●			
-	-	EN AW-7026	EN AW-Al Zn5Mg1,5Cu							
-	-	EN AW-7029	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Cu							
-	-	EN AW-7030	EN AW-Al Zn5,5Mg1Cu							
-	-	EN AW-7039	EN AW-Al Zn4Mg3							
-	-	EN AW-7049A	EN AW-Al Zn8MgCu			●	●			
-	-	EN AW-7050	EN AW-Al Zn6CuMgZr					●		
-	-	EN AW-7060	EN AW-Al Zn7CuMg							
AlZn1	3.4415	EN AW-7072	EN AW-Al Zn1							
AlZnMgCu1,5	3.4365	EN AW-7075	EN AW-Al Zn5,5MgCu	●		●	●	●	●	●

DIN Bezeichnung Kurzzeichen	Werkstoff-Nr.	EN Bezeichnung Werkstoff-Nr.	Chemisches Symbol	Bänder, Bleche, Platten	Bleche mit eingewalzten Mustern	gezogene Stangen und Rohre	strang gepresste Stangen, Rohre und Profile	Vordraht	Schmiedestücke
Legierungen mit Zink, Magnesium (Kupfer), aushärtbar									
-	-	EN AW-7108	EN AW-Al Zn5Mg1Zr						
-	-	EN AW-7116	EN AW-Al Zn4,5Mg1Cu0,8						
-	-	EN AW-7129	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Cu(A)						
-	-	EN AW-7149	EN AW-Al Zn8MgCu(A)						
-	-	EN AW-7150	EN AW-Al Zn6CuMgZr(A)						
-	-	EN AW-7175	EN AW-Al Zn5,5MgCu(B)						
-	-	EN AW-7178	EN AW-Al Zn7MgCu						
-	-	EN AW-7475	EN AW-Al Zn5,5MgCu(A)						
Legierungen mit Elementen AlFe, AlLi									
AlFeSi 3.0915	-	EN AW-8006	EN AW-Al Fe1,5Mn						
	-	EN AW-8008	EN AW-Al Fe1Mn0,8						
	-	EN AW-8011A	EN AW-Al FeSi(A)						
	-	EN AW-8014	EN AW-Al Fe1,5Mn0,4						
	-	EN AW-8015	EN AW-Al FeMn0,3						
	-	EN AW-8016	EN AW-Al Fe1Mn						
	-	EN AW-8018	EN AW-Al FeSiCu						
	-	EN AW-8021B	EN AW-Al Fe1,5						
	-	EN AW-8079	EN AW-Al Fe1Si						
	-	EN AW-8090	EN AW-Al Li2,5Cu1,5Mg1						
	-	EN AW-8091	EN AW-Al Li2,5Cu2Mg1						
	-	EN AW-8111	EN AW-Al FeSi(B)						
	-	EN AW-8112	EN AW-Al 95						
	-	EN AW-8211	EN AW-Al FeSi(C)						

5. Verarbeitung

5.1 Umformen

Das Umformen von Aluminium und seinen Legierungen setzt eine sach- und werkstoffgerechte Verarbeitung, unter Beachtung einiger Besonderheiten, voraus. Die Werkstoffe sind relativ weich und kerbempfindlich. Die Eigenspannung der Halbzeuge sorgt für eine Rückfederung beim Biegen. Alle Aluminium-Werkstoffe sind gekennzeichnet durch große Wärmedehnung und hohe Wärmeleitfähigkeit. Aluminium-Oberflächen sind sehr empfindlich. Verunreinigungen an Werkbänken, Arbeitstischen und Arbeitsböcken sind zu vermeiden. Die Kontaktflächen sollten mit einem Belag aus dickem Papier oder Platten aus Kunststoff bzw. Filz ausgerüstet werden.

Um der Kerbempfindlichkeit entgegenzuwirken, müssen die Arbeitsflächen glatt sein und ggf. sind Schmiermittel zu verwenden. Für Markierungen verwendet man Blei- oder Fettstifte. Beim Anreißen mit einer Reißnadel entstehen oft irreparable Kerben.

Kaltumformen

Die meisten Umformarbeiten werden kalt, d. h. bei Umgebungstemperatur durchgeführt. Schon ein Anwärmen kann bei dünnwandigen Profilen und Blechen zu Verwerfungen, bei dickwandigen Bauteilen zu Spannungen führen. Für das Abkanten von Blechen sind in der folgenden Tabelle die Radien für das Oberwerkzeug zusammengestellt. Sie unterscheiden wegen der unterschiedlichen Bruchdehnungen verschiedene harte Legierungen und deren Behandlungszustand.

Richtwerte für erzielbare kleinste Biegeradien r (Abkanten), bei Aluminiumhalbzeug (90°-Biegung)														
Werkstoff-kurzzeichen	Bezeichnung EN AW	Werkstoffzustand	Dicke mm											
			> 0,5 – 0,8	> 0,8 – 1	> 1 – 1,5	> 1,5 – 2	> 2 – 3	> 3 – 4	> 4 – 5	> 5 – 6	> 6 – 7	> 7 – 8	> 8 – 10	> 10 – 12
Al99,8 bis	EN AW-1080A bis	weich halbhart	0,3 0,6	0,4 0,7	0,6 1,1	0,8 1,4	1,3 2,3	2,0 3,0	2,5 4,5	3 6	4 7	5 8	6 11	8 –
Al99	EN AW-1200(A)	hart	1,6	1,9	2,9	3,8	6,0	8,5	11,5	15	18	22	29	–
AlMn1	EN AW-3103	weich	0,5	0,6	1,0	1,3	2,0	3,0	4,0	5	6	8	10	–
AlMnCu	EN AW-3003	halbhart	1,0	1,2	1,8	2,4	3,8	5,5	7,5	9	11	14	18	–
AlMg1	EN AW-5005(A)	hart	2,6	3,2	4,8	6,4	10,0	–	–	–	–	–	–	–
AlMn1Mg1	EN AW-3004	weich	0,6	0,8	1,2	1,6	2,5	3,5	5,0	6	8	9	11	–
AlMg2Mn0,3	EN AW-5251	halbhart	1,3	1,6	2,4	3,2	5,0	7,0	10,0	12	15	18	24	–
AlMg2,5	EN AW-5052	hart	3,2	4,0	6,0	8,0	12,5	–	–	–	–	–	–	–
AlMg3	EN AW-5754	weich	1,0	1,2	1,8	2,4	3,8	5,5	7,0	9	12	14	18	23
		halbhart	1,6	2,0	3,0	4,0	6,3	9,0	12,0	15	19	23	30	–
		hart	3,5	4,5	7,0	9,0	14,5	–	–	–	–	–	–	–
AlMgMn0,8	EN AW-5049	weich	1,0	1,3	1,9	2,6	4,0	6,0	8,0	10	12	15	20	25
		halbhart	2,1	2,7	4,0	5,4	8,4	12,0	16,0	20	25	30	40	–
		hart	4,1	5,1	7,5	10,5	16,0	–	–	–	–	–	–	–
AlMg4Mn	EN AW-5086	weich	1,3	1,6	2,5	3,3	5,1	7,0	10,0	13	15	19	25	32
AlMg4,5Mn	EN AW-5083	halbhart (G)	–	–	4,5	6,0	9,0	13,0	17,5	–	–	–	–	–
AlMgSi0,5	EN AW-6060	kaltausgehärtet	1,5	1,9	2,9	3,8	6,0	9,0	11,5	15	18	22	29	37
AlMgSi0,7	EN AW-6005(A)	warmausgehärtet	1,9	2,5	3,7	5,0	7,8	11,0	15,0	19	23	28	38	47
AlMgSi1	EN AW-6082	weich	0,4	0,5	0,8	1,0	1,6	2,5	3,5	4	5	6	8	–
AlMg1SiCu	EN AW-6061	frisch abgeschreckt	0,6	0,7	1,1	1,4	2,3	3,5	4,5	6	7	8	11	14
		kaltausgehärtet	1,6	2,0	3,0	4,0	6,3	9,0	12,0	15	19	23	30	38
		warmausgehärtet	2,4	3,0	4,5	6,0	9,4	13,0	18,0	23	28	35	45	57
AlCuMg1	EN AW-2017(A)	weich	1,1	1,4	2,0	2,7	4,3	6,0	8,0	10	13	16	21	26
		kaltausgehärtet	2,1	2,7	4,0	5,4	8,4	12,0	16,0	20	25	30	40	51
AlZn4,5Mg1	EN AW-7020	weich	–	–	–	2,0	3,1	4,5	6,0	8	–	–	–	–
		nach Wärmestoß	1,0	1,2	1,8	2,4	3,8	5,5	7,5	9	12	14	18	23

Warmumformen

Ein Warmumformen von Aluminium und seinen Legierungen ist wegen der vielen Risiken, die in Gefügeveränderungen und damit Festigkeitsverlusten und Oberflächenveränderungen begründet sind, nicht besonders verbreitet. Eine sorgfältige Temperaturkontrolle ist unerlässlich. Der Temperaturbereich ist 300–450 °C. Höhere Temperaturen führen zu Gefügeanomalien.

5.2 Zerspanen von Aluminium

Aluminium ist im Allgemeinen leicht spanbar. Gegenüber Stahl gleicher Festigkeit sind die erforderlichen Schnittkräfte wesentlich günstiger (ca. 30 % der von Stahl). Die Spanform ist wegen des verhältnismäßig großen möglichen Spanvolumens bei Aluminium ein wichtiges Kriterium. Sie hängt vom Werkstoff selbst, den Schneidbedingungen und zum Teil auch von der Werkzeuggeometrie ab. Die Standzeit differiert beim Zerspanen von Aluminium mitunter erheblich. Die entscheidende

Verschleißgröße ist der Freiflächenverschleiß (annähernd gleichmäßiger Abtrag von Schneidstoff an der Schneidfläche des Werkzeugs). Kolkverschleiß (d. h. muldenförmiger Abtrag von Schneidstoff) tritt bei Aluminiumzerspanung nicht auf.

Aluminium-Knetlegierungen sind in der Gruppe N (Farbe: grün) der VDI Richtlinie 3323 aufgeführt.

Werkstoffuntergruppe	Zerspanungsgruppe
nicht aushärtbar	21
aushärtbar	22

5.3 Mechanisches Fügen

Das mechanische Fügen wird unterteilt in

- Fügen durch Umformen
 - Bördeln
 - Falzen
 - Clinchen
- Fügen durch Nieten
 - Blindnieten
 - Hohlnieten
 - Vollnieten
 - Stanznieten (Voll- und Hohlnieten)
- Fügen durch Anpressen
 - Schrauben
 - Klemmen/Klammern
 - Klipsen

Die wichtigsten der aufgeführten Fügearten sind das Schrauben und speziell in der Luft- und Raumfahrt das Nieten. Schrauben aus Aluminium haben z. B. gegenüber Stahlschrauben einen werkstoffspezifischen Nachteil. Ihre Zugfestigkeit ist wesentlich geringer, deshalb müssen bei der Übertragung von Kräften größere Schraubendurchmesser angewendet werden. Aluminiumnieten werden kalt geschlagen, somit entfallen gegenüber Warmnieten die Zugspannungen, da kein Schrumpfen auftritt. Die Reibung der miteinander verbundenen Bauteile ist deshalb nicht groß, sodass sie keine größeren Kräfte übertragen können. Der Nietschaft wird somit auf Scheren und das Bauteil auf Lochreibung (Druck) beansprucht.

5.4 Schneidverfahren

5.4.1 Laserbrennschneiden

Voraussetzung für das Laserbrennschneiden ist wie bei allen metallischen Werkstoffen eine ausreichende Absorption der Laserstrahlung. Blanke Aluminium-Oberflächen reflektieren die Laserstrahlung sehr effektiv und Al-Werkstoffe sind gute Wärmeleiter. In der Regel haben sie jedoch eine dünne, fest anhaftende Oxidschicht auf der Oberfläche. Diese Oxidschicht verhindert die Reflexion der Laserstrahlung, besitzt aber eine hohe Schmelztemperatur. Um einen Schneidprozess

mit Lasern zu ermöglichen, muss die Oxidationsschicht aufgebrochen und anschließend die Laserstrahlung an der entstehenden blanken Schmelzfront in der Schnittfuge absorbiert werden. Heutzutage stehen Strahlquellen mit hoher Intensität zur Verfügung.

5.4.2 Wasserstrahlschneiden

Dieses Verfahren setzt sich wegen seiner Vorteile zum Schneiden von Aluminium immer mehr durch:

- kaltes Trennverfahren, ohne Wärmeeinflusszone
- keine thermische Änderung des Gefüges
- gute Schnittqualität
- sehr geringe bzw. keine Gratbildung

Im Schneidkopf wird das komprimierte Wasser (max. 4.000 bar) mittels einer speziellen Wasserdüse (0,1-0,3 mm Durchmesser) von potenzieller in kinetische Energie umgesetzt und so der Schneidvorgang vollzogen.

5.5 Schweißen

Das Schweißen von Aluminium unterscheidet sich grundsätzlich vom Stahlschweißen. Die Schmelztemperatur von Stahl liegt bei etwa 1.500 °C, die von Aluminium bei 660 °C und die von Aluminiumlegierungen bei 570 bis 600 °C. Wie alle passivierbaren Metalle hat Aluminium eine hochschmelzende Oxidschicht (die Schmelztemperatur beträgt etwa 2.040 °C), die ein Bauteil komplett einschließt und die das Schweißen stark behindert. Hinzu kommen noch weitere werkstoffspezifische Besonderheiten, die beim Schweißen berücksichtigt werden müssen:

- Aluminium hat aus Sicht des Schweißers keine oder nur eine kleine teigige Phase, die es erlauben würde, eine Schweißnaht zu formen.
- Die hohe Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes erfordert ein hohes Wärmeeinbringen.
- Anders als zum Beispiel bei Stahlwerkstoffen wandelt Aluminium nicht um, so dass beim Schweißen hauptsächlich auf gutes Ausgasen von Fremdpartikeln aus dem aufgebrachten Schweißgut zu achten ist.
- Die hohe Wärmeausdehnung verursacht Spannungen und Verzug am geschweißten Bauteil.
- Die bereits erwähnte Oxidschicht muss durch mechanisches (Schleifen, Bürsten, oder Schaben) oder durch chemisches (Beizen) Entfernen beseitigt werden.

5.5.1 Schweißverfahren

Als Schweißverfahren kommen die WIG-Wechselstromschweißung, die WIG-Gleichstromschweißung, die MIG-Schweißung und die Elektrohandschweißung in Frage, die alle spezielle Besonderheiten aufweisen:

• WIG (Wolfram-Inert-Gas)-Wechselstromschweißung
Bei der WIG-Wechselstromschweißung von Aluminium zerstört die Plushalbwelle des Wechselstroms (AC = Alternating Current) die über dem reinen Material liegende Oxidschicht, um in der darauffolgenden Minusphase eine einwandfreie Aufschmelzung des Aluminiumgrundmaterials zu ermöglichen.

- WIG-Gleichstromschweißung

Ca. 70 % der Lichtbogenenergie sind bei diesem Verfahren auf das Werkstück konzentriert, so dass durch die hohe Wärmekonzentration ein dünnflüssiges Schmelzbad entsteht, aus dem die Oxide und

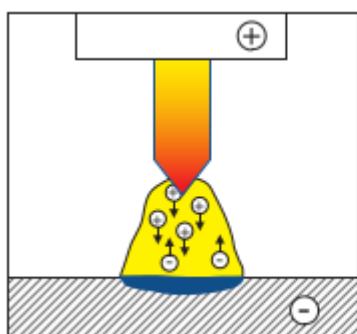
Passivschicht durch Oberflächenspannung hinausgedrängt werden. Der Hauptvorteil von diesem Verfahren liegt in der hohen Schweißgeschwindigkeit und dem geringen Verzug des Werkstückes.

- MIG (Metall-Inert-Gas)-Schweißung

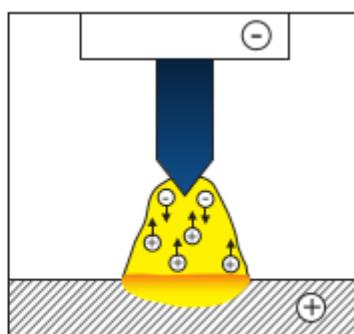
Hier kommt vorwiegend die Impulslichtbogentechnik zum Einsatz. Dabei wird genau ein Tropfen Zusatzdraht pro Impuls von der Drahtelektrode abgelöst. Der Hauptvorteil dieses Verfahrens liegt in einer nahezu spritzerfreien Schweißung begründet.

- Elektrohandschweißung

Das bei Aluminium erforderliche Flussmittel zur Beseitigung der Oxidschicht und lichtbogenstabilisierende Zusätze bildet die Umhüllung der Stabelektrode. Da von Hand hergestellte Nähte aufgrund des niedrigen Wärmeeinbringens sehr schnell erstarren und eine korrekte Ausgasung verhindern, hat die Verbindung im Allgemeinen eine schlechte Qualität und wird für Schweißkonstruktionen kaum eingesetzt. Lediglich für Reparaturzwecke kommt diesem Verfahren eine Bedeutung zu.



WIG-Wechselstromschweißung



WIG-Gleichstromschweißung

5.5.2 Zusatzwerkstoffe für Aluminiumschweißen

Gruppeneinteilung für Zusatzwerkstoffe			
Typ	Legierungsbezeichnung	Chemische Bezeichnung	Bemerkung
Typ 1	R-1450 R-1080A	Al99,5Ti Al99,8(A)	Ti vermindert die Bildung von Erstarrungsrissen im Schweißgut durch Maßnahmen zur Kornverfeinerung.
Typ 3	R-3103	AlMn1	
Typ 4	R-4043A R-4046 R-4047A R-4018	AISi5(A) AISi10Mg AISi12(A) AISi7Mg	Die Typ 4-Zusatzwerkstoffe oxidieren beim Anodisieren oder durch atmosphärische Einwirkungen und ergeben eine dunkelgraue Verfärbung, deren Intensität mit größerem Si-Gehalt zunimmt. Derartige Zusatzwerkstoffe ergeben keine gute Farbanpassung zum Grundwerkstoff aus Knetlegierungen. Diese Legierungen werden speziell angewendet, um der Bildung von ErstarrungsrisSEN in Verbindung mit hoher Aufmischung und starrer Einspannung vorzubeugen.
Typ 5	R-5249 R-5754 R-5556A R-5183 R-5087 R-5356	AlMg2Mn0,8Zr AlMg3 AlMg5Mn AlMg4,5Mn0,7(A) AlMg4,5MnZr AlMg5Cr(A)	Wenn guter Korrosionswiderstand und die Farbanpassung als entscheidend anzusehen sind, dann sollte der Mg-Gehalt des Zusatzwerkstoffes dem des Grundwerkstoffes gleichen. Wenn eine hohe Dehngrenze und eine hohe Bruchfestigkeit des Schweißgutes als entscheidend anzusehen sind, sollte ein Zusatzwerkstoff mit einem Mg-Gehalt von 4,5 % bis 5 % verwendet werden. Cr und Zr vermindern die Anfälligkeit zur Bildung von ErstarrungsrisSEN durch Maßnahmen zur Kornverstärkung. Zr verhindert die Gefahr von Heißrissen.

Anmerkung 1 Die Typnummern 1, 3, 4 und 5 stimmen mit der ersten Ziffer der Legierungsbezeichnung überein.

Anmerkung 2 Diese Tabelle ist zu verwenden, bis eine neue Norm für die Zusatzwerkstoffe existiert.

Auswahl der Zusatzwerkstoffe
Auswahl der Zusatzwerkstoffe innerhalb jedes Kastens (die Ziffern beziehen sich auf die Typennummern aus der vorherigen Tabelle, Seite 15)
Erste Zeile: Optimale mechanische Eigenschaften
Zweite Zeile: Optimaler Korrosionswiderstand
Dritte Zeile: Optimale Schweißeignung
Grundwerkstoff

	1										
	4										
AlMn	4 o. 5	3 o. 4									
	1	3									
	4	4									
AlMg < 1 %	4 o. 5	4	4								
	1	4	4								
	4	4	4								
AlMg 3 %	4 o. 5	5	5	5							
	5	5 o. 3	5	5							
	4 o. 5	4	4	5							
AlMg 5 %	5	5	5	5	5						
	5	5	5	5	5						
	5	5	5	5	5						
AlMgSi	4 o. 5	4 o. 5	4 o. 5	5	5	4 o. 5					
	5	5	5	5	5	5					
	4	4	4	4	4	4					
AlZnMg	5	5	5	5	5	5	5				
	5	5	5	5	5	5	5				
	5	5	5	5	5	5	5				
AlSiCu < 1 %	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
AlSiMg	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
AlSiCu	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
AlCu						4	4	4	4	4	
						4	4	4	4	4	
						4	4	4	4	4	4
Grund- werkstoff	Al	AlMn	AlMg < 1 %	AlMg 3 %	AlMg 5 %	AlMgSi	AlZnMg	AlSiCu < 1 %	AlSiMg	AlSiCu	AlCu

5.6 Löten

Das Verbinden metallischer Werkstoffe mit Hilfe eines geschmolzenen Zusatzmetalls (Lotes) nennt man Löten. Die Berührungsstellen der Grundwerkstoffe müssen mit flüssigem Lot benetzt werden, es darf aber nicht anschmelzen!

Hartlöten

Die Festigkeit beim Hartlöten ist fast so gut wie bei Schweißverbindungen. Allerdings ist darauf zu achten, dass die Arbeitstemperatur nur wenig unterhalb bzw. oberhalb der Solidustemperatur – dem Trennpunkt zwischen fest und flüssig – liegt. Die meisten Hartlötverbindungen lassen sich anodisch oxidieren, dabei tritt eine teilweise starke Verfärbung der Lötstellen ein, die das Aussehen, nicht aber

die Schutzwirkung der anodischen Schicht beeinträchtigt.

Weichlöten

Im Vergleich zum Hartlöten sind die Festigkeit und die Korrosionsbeständigkeit beim Weichlöten wesentlich geringer. Zum Weichlöten sollte man niedrig schmelzende Schwermetalle nehmen. Bei Einfluss von Feuchtigkeit kann sich an den Berührungsstellen zwischen Leicht- und Schwermetallen ein elektrolytisches Element bilden, das zu Kontaktkorrosion führen kann. Daher sind in der Regel Weichlötverbindungen nur im Trockenen beständig bzw. dann, wenn sie entsprechend geschützt werden. Zum Beispiel durch Lackieren und Entfetten. Weichgelötete Aluminiumteile können nicht anodisch oxidiert werden und sollten nicht längere Zeit über 100 °C erhitzt werden.

5.7 Kleben

Voraussetzung für eine einwandfreie Klebeverbindung ist die Vorbereitung bzw. Vorbehandlung der Aluminiumoberfläche. Abgesehen von der mechanischen Festigkeit des Klebstoffes selbst – das ist die Kohäsion –, ist die Bindefestigkeit zwischen Klebstoff und den zu klebenden Werkstoffen – das ist die Adhäsion –, für eine gute Klebeverbindung entscheidend. Das Kriterium hierfür heißt $\text{Adhäsion} \geq \text{Kohäsion}$ mit der Folge, dass bei optimaler Ausführung der Klebeverbindung eine Trennung in der Klebstoffsicht erfolgt. Unabdingbare Voraussetzungen für eine befriedigende Adhäsion beim Kleben sind:

- die Oberfläche muss frei von Schmutz, Farbresten, Staub, Fett, Öl und dergleichen sein
- die Oberfläche muss trocken sein

Die Adhäsion des Klebstoffs beruht hauptsächlich auf den zwischenmolekularen Kräften (Van der Waals-Kräfte). Diese kommen aber nicht zustande, wenn ein Schmutz-, Fett-, Öl- oder Wasserfilm dazwischen liegt, auch wenn er für das Auge unsichtbar ist. Die Adhäsion des Klebstoffs kann durch Oberflächenbehandlung der zu klebenden Flächen (Aufrauhen) verstärkt werden, um den Klebstoff auch mechanisch zu verankern. Hierfür gibt es mehrere Alternativen:

- Mechanisches Aufrauhen durch Bürsten, Schmirgeln oder Strahlen
- Chemische Vorbehandlung durch Beizen
- Haftgrundverstärkung durch chemische oder elektrolytische Oxidation

Die Auswahl von Klebstoffen ist auf Grund der vielen Angebote unterschiedlicher chemischer Mechanismen und Hersteller enorm; im Einzelfall ist eine Beratung durch den Hersteller des Klebstoffes sinnvoll.

6. Oberflächenveredelung

Aluminium und seine Legierungen sind durch ihre Oxidschicht, die sich unter Einwirkung des Luftsauerstoffs auf der Oberfläche ausbildet, für viele Anwendungsbereiche ausreichend gegen Korrosion geschützt. Durch zusätzliche Oberflächenbehandlungen kann diese Oxidschicht verstärkt oder chemisch verändert werden, um bestimmte Anforderungen zu erfüllen: z. B.

- verbesserte Korrosionsbeständigkeit
- erhöhter Verschleißschutz
- verbesserte Haftung nachfolgender Beschichtungen
- dekoratives Aussehen

Zur Oberflächenbehandlung werden bevorzugt chemische oder elektrolytische (anodische Oxidation)

Verfahren angewendet.

6.1 Chemische Oberflächenbehandlung

Bei diesen Verfahren werden durch chemische Reaktionen Umwandlungsschichten (Konversionsschichten) an der Aluminium-Oberfläche erzeugt, um die Korrosionsbeständigkeit bei geringer korrosiver Belastung zu erhöhen, oder um die Haftfestigkeit von Beschichtungssystemen zu verbessern, wobei die gebildeten Schichten auch eine korrosionshemmende Wirkung zeigen. Bei den chemischen Reaktionen wird der Grundwerkstoff mit in die Schichtbildung einbezogen, so dass eine ausgezeichnete Haftung entsteht. Folgende Verfahren werden eingesetzt:

- Chromatieren (Gelb-, Grün-, Transparentchromatierung)
- Phosphatisieren
- Konversionsverfahren auf Basis komplexer Titan- oder Zirkoniumverbindungen

Voraussetzung für die gleichmäßige Ausbildung dieser Umwandlungsschichten ist das Entfetten und Beizen der Oberfläche. Die Behandlung kann durch Sprühen, Tauchen, Streichen oder im Walzenauftragsverfahren (Rollcoat) erfolgen.

6.2 Elektrolytische Oberflächenbehandlung

Da die an der Luft gebildete Oxidschicht mit einer Dicke von etwa 0,01 µm nicht in allen Fällen eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit aufweist, werden mit diesen Verfahren (anodische Oxidation, Anodisieren, elektrolytische Oxidation, Eloxieren) Oxidschichten erzeugt, die um ein Vielfaches dicker als die natürliche Oxidschicht sind und Dicken um 10–12 µm für die Innenanwendung und um 20 µm für die Außenanwendung erreichen. Hierbei wird das zu anodisierende Aluminiumteil in eine Schwefelsäurelösung eingehängt und mit dem positiven Pol (Anode) einer Gleichspannungsquelle verbunden. Dabei werden die Aluminiumatome im Oberflächenbereich oxidiert, und die so erzeugten Oxidschichten sind daher mit dem Grundwerkstoff strukturell verbunden. In der Praxis finden unterschiedliche Verfahrensvarianten Anwendung, und durch die Wahl des Verfahrens lassen sich dekorative oder technisch funktionelle Oxidschichten herstellen. Noch vorhandene Poren können durch eine geeignete Behandlung, z. B. in siedendem Wasser oder mit Wasserdampf, geschlossen werden. Durch die so verdichteten Schichten wird die Widerstandsfähigkeit der Aluminiumoberfläche gegen Korrosion an der Atmosphäre und in neutralen wässrigen Lösungen deutlich verbessert. Im nicht verdichteten Zustand sind diese Schichten aufnahmefähig für verschiedene Stoffe und lassen sich einfärben, bedrucken und imprägnieren. Sie dienen als Träger für Farbstoffe, lichtempfindliche Stoffe und als Haftgrund für Beschichtungen und Klebstoffe.

Aluminumoxidschichten sind hart, abriebfest und ermöglichen die mechanische Oberflächenbeanspruchung anodisch oxidierte Bauteile. Darüber hinaus lassen sich hochverschleißfeste Oberflächen durch Hartanodisieren herstellen. Bei dieser speziellen Verfahrensvariante der anodischen Oxidation werden besonders harte und verschleißfeste Oxidschichten für technische Zwecke erzeugt, bei denen an das Aussehen dieser zumeist grauen Schichten keine dekorativen Ansprüche gestellt werden. Die Schichtdicken liegen werkstoffabhängig im Bereich von 25 µm bis 150 µm. Die anodisch erzeugten Oxidschichten weisen vor allem im verdichteten Zustand eine hohe elektrische Isolationsfähigkeit auf. Anodisch oxidiertes Aluminium ist in medizinischer und lebensmittelrechtlicher Hinsicht unbedenklich. Die Standardverfahren GS- und GSX-Verfahren (Gleichstrom-Schwefelsäure, Gleichstrom-Schwefelsäure-Oxalsäure) ergeben eine farblose, transparente Oxidschicht, welche das ursprüngliche Oberflächenaussehen weitgehend unverändert lässt. Der Grad der Transparenz richtet sich dabei nach der Oxidschichtdicke und der

Werkstoffzusammensetzung. Geeignet für dekorative Ansprüche sind Reinaluminium und homogene, niedrig legierte AlMg- und AlMgSi-Werkstoffe in Elokalqualität. Höhere Legierungsanteile bewirken, dass heterogene Bestandteile in der Oxidschicht auftreten, was zu einer optischen Beeinträchtigung durch Trübung und Färbung der Schicht führen kann. Farbige Oxidschichten lassen sich zum einen durch Imprägnieren der verdichteten transparenten Schichten mit Farbstoffen herstellen und zum anderen elektrolytisch, indem in einem zweiten elektrolytischen Prozess über eine Metallsalzlösung mittels Wechselstrom Metallionen am Porengrund der Oxidschicht abgeschieden und eingelagert werden. Die erreichte Farbintensität richtet sich nach der abgeschiedenen Metallmenge. Es werden Metallsalze auf der Basis von Zinn (Sn), Kobalt (Co), Nickel (Ni) und Kupfer (Cu) verwendet.

6.3 Bezeichnungssystem für die Vorbehandlung der Oberfläche

Auszug aus der DIN 17611:2007-11		
Symbol	Art der Vorbehandlung	Anmerkung
E0	Entfetten und Desoxidieren	Oberflächenbehandlung vor dem Anodisieren, bei dem die Oberfläche ohne weitere Vorbehandlung entfettet und desoxidiert wird. Mechanische Oberflächenfehler, z. B. Eindrücke und Kratzer, bleiben sichtbar. Korrosionsstellen, die vor der Behandlung kaum wahrgenommen werden konnten, können nach der Behandlung sichtbar werden.
E1	Schleifen	Schleifen führt zu einem vergleichsweise einheitlichen, aber etwas stumpfmatten Aussehen. Alle vorhandenen Oberflächenfehler werden weitgehend beseitigt, aber in Abhängigkeit von der Schleifmittelkörnung können Schleifriefen sichtbar bleiben.
E2	Bürsten	Mechanisches Bürsten bewirkt eine einheitliche glänzende Oberfläche mit sichtbaren Bürstenstrichen. Oberflächenfehler werden nur teilweise entfernt.
E3	Polieren	Mechanisches Polieren führt zu einer glänzenden, blanken Oberfläche, während Oberflächenfehler nur teilweise beseitigt werden.
E4	Schleifen und Bürsten	Durch Schleifen und Bürsten wird eine einheitlich glänzende Oberfläche erreicht; mechanische Oberflächenfehler werden beseitigt. Korrosionswirkungen, die bei den Behandlungen E0 oder E6 sichtbar werden können, werden beseitigt.
E5	Schleifen und Polieren	Durch Schleifen und Polieren wird ein glattes, glänzendes Erscheinungsbild erreicht; mechanische Oberflächenfehler werden beseitigt. Korrosionswirkungen, die bei den Behandlungen E0 oder E6 sichtbar werden können, werden beseitigt.
E6	Beizen	Nach dem Entfetten erhält die Oberfläche einen seidenmatten oder matten Glanz, indem sie in speziellen alkalischen Beizlösungen behandelt wird. Mechanische Oberflächenfehler werden ausgeglichen, jedoch nicht vollständig beseitigt. Korrosionseinwirkungen auf der Metalloberfläche können beim Beizen sichtbar werden. Eine mechanische Vorbehandlung vor dem Beizen kann diese Wirkungen beseitigen; es ist jedoch günstiger, das Metall so zu behandeln und zu lagern, dass Korrosion vermieden wird.

6.4 Standard-Farbfächer, Farbgrenzmuster

Über das dekorative Aussehen und den Glanz sowie über den Farbton ist nach DIN 17611 mit dem Anodisierenden (Elokalbetrieb) eine genaue Farbgrenzmustervereinbarung zu treffen. Für die elektrolytische Einfärbung (Zweistufenverfahren) und die Farbanodisation wird von der Europäischen Vereinigung der Anodiseure (EURAS) ein Standard-Farbfächer herausgegeben. Die Farbbezeichnung für die Tauchfärbung mit den Kurzbezeichnungen EV 1 bis EV 6 sind heute nicht mehr gebräuchlich.

Farbbezeichnung nach EURAS für elektrolytische Färbung C0 bis C35

EURAS	C0	Farblos	vergleichbar	EV 1	Naturton
EURAS	C31	Leichtbronze	vergleichbar	EV 2	Neusilber hell
EURAS	C32	Hellbronze	vergleichbar	EV 3	Gold
EURAS	C33	Mittelbronze	vergleichbar	EV 4	Bronze mittel
EURAS	C34	Dunkelbronze	vergleichbar	EV 5	Bronze dunkel
EURAS	C35	Schwarz	vergleichbar	EV 6	Schwarz

Farbbezeichnungen nach EURAS für Farbanodisation C36 bis C38

EURAS	C36	Hellgrau
EURAS	C37	Mittelgrau
EURAS	C38	Dunkelgrau

Der EURAS-Farbfächer ist über den Elokalverband e. V., Nürnberg, zu beziehen.

6.5 Mess- und Prüfverfahren

Die Prüfung der Qualität anodisch erzeugter und verdichteter Oxidschichten wird entsprechend den in DIN 17611 aufgeführten Mess- und Prüfverfahren vorgenommen.

7. Werkstoffe für Luft- und Raumfahrt

Aluminium und Aluminiumlegierungen

Werkstoffnummer DIN	Werkstoffnummer Luft- und Raumfahrt	Bleche	Bänder	Platten	gezogene Stangen	gepresste Stangen	Profile	Leitungsröhre	Innendruckrohre	Konstruktionsröhre	Gesenkschmiedestücke	Freiformschmiedestücke
EN AW-6061	3.1124											
EN AW-2214	3.1254										●	●
EN AW-2017A	3.1324											
–	3.1354	●	●	●	●	●	●		●			
–	3.1364	●	●	●			●					
–	3.1734											
–	3.1754											
–	3.1854											
EN AW-2618A	3.1924					●				●	●	
–	3.2134											
–	3.2364											
–	3.2374											
–	3.2384											
EN AW-6061	3.3214	●		●	●	●	●	●	●	●	●	
EN AW-5119	3.3354											
EN AW-5052	3.3524	●	●					●	●			
EN AW-7050	3.4144									●	●	
EN AW-7175	3.4334					●	●	●		●	●	
EN AW-7009	3.4354					●	●	●		●	●	
EN AW-7075	3.4364	●		●						●	●	
EN AW-7075	3.4374	●					●					
EN AW-7475	3.4377	●										
EN AW-7475	3.4384											
EN AW-7010	3.4394									●	●	

Die Aluminiumwerkstoffe für die Deutsche Luft- und Raumfahrt sind im Teil 1 „Metallische Werkstoffe“, 2. Band „Leichtmetalle“ genormt. Sie sind hinsichtlich ihrer chemischen und mechanisch/technologischen Eigenschaften mit den gegenübergestellten Werkstoffen identisch, so dass die aufgeführten Angaben für die Behandlung anwendbar sind.

[info](#), [al](#)

From:
<https://www.test-it.gdl-solutions.de/> -

Permanent link:
https://www.test-it.gdl-solutions.de/doku.phpinfos:fachbereiche:fertigung:schweissen:werkstoffe:aluminium:aluminium_uebersicht?rev=1376477242

Last update: 2025/08/28 12:40

