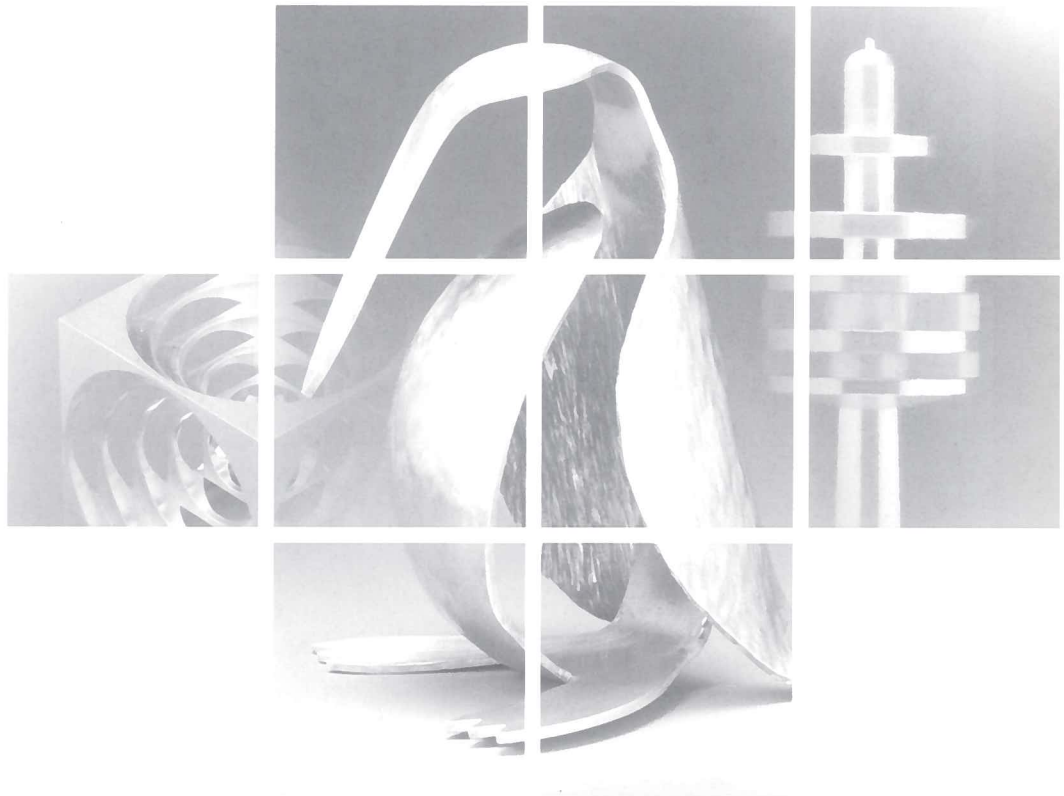


Bearbeitungslehrgang

»Serviettenhalter Pinguin«



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	03
1. Geschichtliche Entwicklung des Aluminiums	03
2. Physikalische Eigenschaften des Aluminiums	03
3. Aluminiumgewinnung	04
4. Aluminiumlegierungen und deren Bezeichnung	06
5. Werkstoffzustandsbezeichnungen und Methoden der Festigkeitsänderungen	06
6. Rohaluminium und seine Verarbeitung zu Halbzeug und Guss	11
7. Aluminiumhalbzeug	12
8. Umformen von Aluminium	13
9. Arbeitsplan	14
10. Schablone	14

Vorwort:

Aluminium ist im täglichen Leben allgegenwärtig. Gerade bei technischen Anwendungen ist der leichte Werkstoff aufgrund seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften sehr gefragt: Seine geringe Dichte erlaubt eine leichte Handhabung der Werkstücke, seine natürliche Oxidschicht schützt die Oberfläche und seine gute Verformbarkeit erlaubt die Herstellung von Werkstücken in nahezu allen Formen mit integrierten Funktionen.

Das vorliegende Heft informiert in Kurzform über den Werkstoff und seine Eigenschaften, erläutert die Zusammensetzungen von Aluminiumlegierungen und deren Bezeichnungen und enthält im Anwendungsteil einen Arbeitsplan mit Schablone für die Erstellung eines Serviettenhalters.

1. Geschichtliche Entwicklung des Aluminiums

- **Um 1800**
vermutete man in der Tonerde Aluminium.
- **1855**
wurde ein Aluminiumblock auf der Weltausstellung in Paris vorgestellt. Durch die komplizierte elektro-chemische Herstellung war Aluminium teurer als Gold (ca. 500 Euro pro Kilogramm).
- **1866**
Durch Erfindung der Dynamomaschine von Werner von Siemens war genügend elektrische Energie zur industriellen Herstellung des Aluminiums verfügbar.
- **1886**
Dieses Jahr bezeichnet man als Geburtsjahr des Aluminiums. Der Franzose Paul-Louis Toussaint Héroult und der Amerikaner Charles Martin Hall entwickelten unabhängig voneinander ein Verfahren zur großtechnischen Herstellung von Aluminium. Dieses Verfahren wird heute noch angewandt.

2. Physikalische Eigenschaften des Aluminiums

- **Geringe Dichte**
 $2,7 \text{ kg/dm}^3 = 1/3$ von Stahl
- **Gute elektrische Leitfähigkeit**
bei gleichem Querschnitt 62 % (verglichen mit Kupfer),
bei gleichem Gewicht 132 % (verglichen mit Kupfer)
- **Steifigkeit**
Aluminiumkonstruktionen haben bei gleichen Abmessungen nur ca. 1/3 der Steifigkeit von Stahlkonstruktionen.

- **Gute Wärmeleitfähigkeit**
ca. dreimal höher als bei Stahl (Verwendung zum Beispiel für Verbrennungsmotoren). Wärmeausdehnung 2,3 mm bei einer Temperaturdifferenz von 100 °C und 1.000 mm Bauteillänge.
- **Schmelzpunkt**
Reinaluminium 658 °C (Stahl 1.450 °C)
Aluminiumlegierungen 480 °C bis 655 °C
- **Unmagnetisches Verhalten**
Beispiel: Kompassgehäuse
- **Hohes Reflexionsvermögen**
für Licht, Wärme und elektromagnetische Wellen
- **Allgemeines**
Durch Legierungszusätze verändern sich Dichte, Schmelzpunkt, Wärmeausdehnungszahl und Reflexionsvermögen. Wesentlich beeinflusst wird die Leitfähigkeit für elektrischen Strom, die nicht nur von den Legierungselementen, sondern auch von deren Anordnung im Kristallgefüge abhängt. Die Festigkeitseigenschaften und die Dehnung werden von den Legierungszusätzen und der Wärmebehandlung beeinflusst.

Aluminium – Eigenschaften –
→ leicht und fest
→ korrosionsbeständig
→ leitfähig (Wärme, elektr. Strom)
→ gut verarbeitbar, schweißbar*
→ nicht brennbar
→ ungiftig, geschmacksneutral
→ wieder verwertbar
* legierungsabhängig

3. Aluminiumgewinnung

■ Bauxit

Das Aluminiumerz ist nach seinem Fundort in der Nähe von Les Baux in Südfrankreich benannt.

■ Bauxit und seine Zusammensetzung

Aluminiumoxid	(Al_2O_3)	ca.	60 %
Eisenoxid	(Fe_2O_3)	bis	30 %
Siliziumoxid	(SiO_2)	bis	5 %
Titanoxid	(TiO_2)	bis	3 %
chemisch gebundenes Wasser		bis	30 %

■ Bauxit Lagerstätten

Erschlossen ca. 4 Mrd. t
Bekannt ca. 14 Mrd. t als Reserven

Europa

Südfrankreich, Balkanländer, Griechenland

Amerika

Brasilien, Guayana, Antillen, USA (Arkansas), Kanada, Jamaika

Westafrika

Guinea bis Kongo

Asien

GUS, Indien, China, Sunda-Inseln, Türkei

Australien

Nord-Territorium, Queensland, West-Australien, Neu-Süd-Wales

■ Geschätzte Aluminiumvorkommen im Vergleich zu anderen Metallen (Stoffanteile in der Erdkruste)

Silizium	25,8 %
Aluminium	8,0 %
Eisen	5,0 %
Magnesium	2,0 %
Kupfer	0,1 %
Zink und Zinn je	0,004 %

■ Aluminiumoxidgewinnung nach dem Bayer-Verfahren

Bauxit wird durch Einwirkung von Natronlauge aufgeschlossen. Es entsteht Aluminiumhydroxid mit chemisch gebundenem Wasser. Durch Glühen (Kalzinieren bei 1.300 °C) wird das Wasser entfernt. Danach hat man das Aluminiumoxid als weißes Pulver zur Weiterverarbeitung im Elektrolyseofen vorliegen.

→ 4 t Bauxit ergeben 2 t Aluminiumoxid

■ Aluminiumgewinnung im Elektrolyseofen Aluminiumelektrolyse

Im Elektrolyseofen wird das Aluminiumoxid in einer Schmelze aus Kryolith (Natrium-Aluminium-Fluorid Na_3AlF_6) gelöst und bei Temperaturen von 950 °C bis 970 °C in Aluminium und Sauerstoff zerlegt.

→ 2 t Aluminiumoxid ergeben 1 t Aluminium

■ Energieaufwand

1 Tonne Aluminium benötigt bei der Herstellung ca. 13.000 bis 15.000 kWh elektrische Energie. Bei der Wiedereinschmelzung (Recycling) werden nur 5 % der oben genannten Energie benötigt (Umschmelzaluminium).

Derzeit erschlossene Bauxitvorkommen weltweit

Bauxit-Förderung in Mio.t 1999

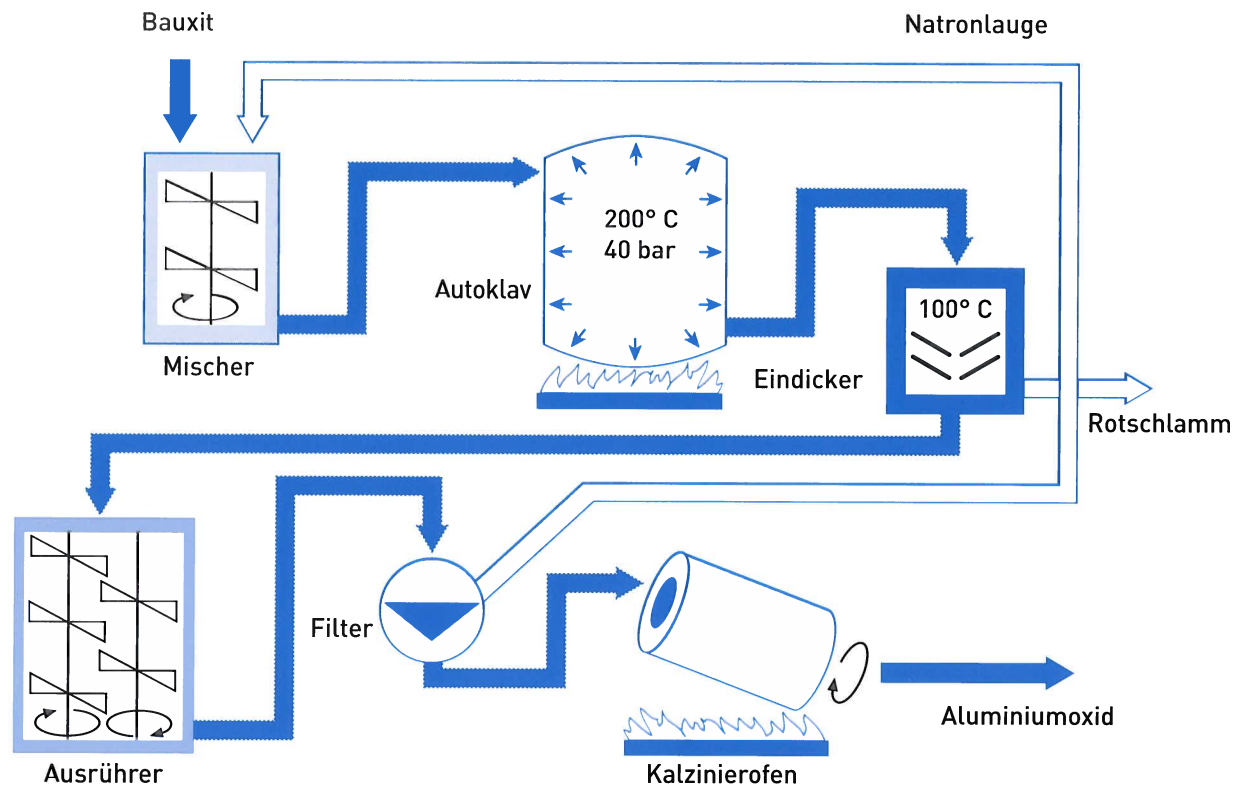
Vorkommen weltweit 1996: ca.25 Mrd t*

Gesamtförderung 1999: 116 Mio t



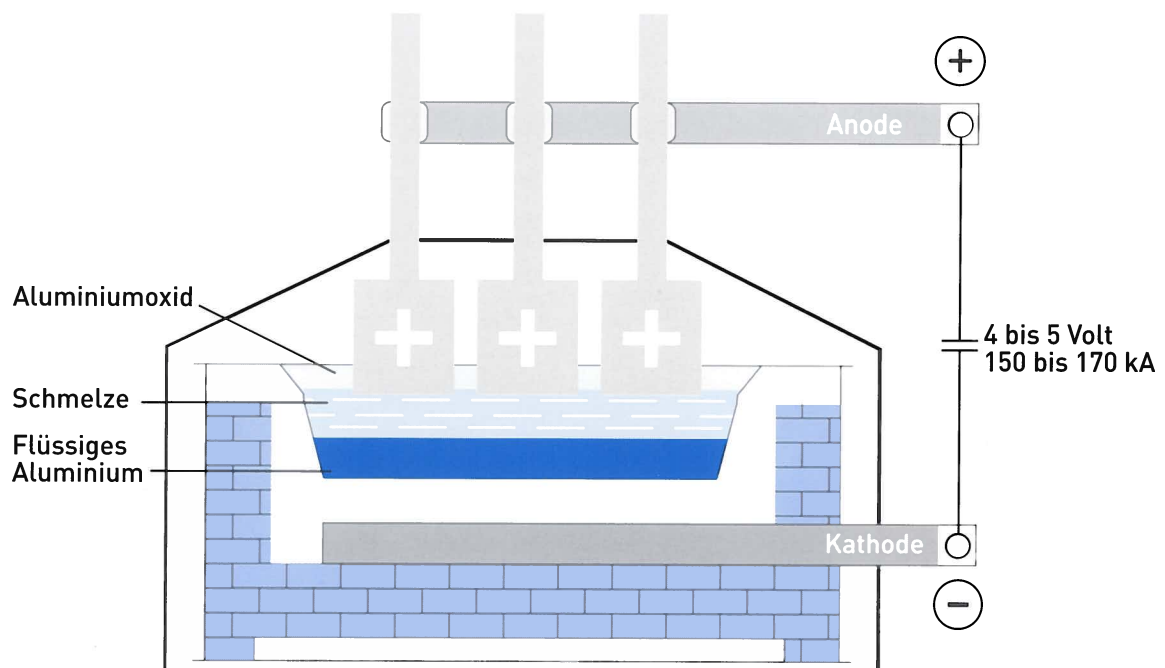
*Wirtschaftlich abbaubare Vorräte reichen nach heutigen Rahmenbedingungen noch 200 Jahre.

Das Bayer-Verfahren



Aluminium-Elektrolyse

Der Elektrolyseofen



4. Aluminiumlegierungen und deren Bezeichnungen

Die Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften der Aluminiumwerkstoffe sind in Normen geregelt

■ Oberbegriff Aluminium

Er umfasst Reinaluminium und Aluminiumlegierungen. Durch die Legierungszusätze lassen sich die Werkstoffeigenschaften für die jeweiligen Anwendungsforderungen herstellen. Zum Beispiel Festigkeit, Dehnung, Beständigkeit, Bearbeitbarkeit usw.

■ Kurzzeichen für Legierungsbestandteile bei Aluminiumlegierungen

Al	= Aluminium
Bi	= Wismut (Bismutum)
Cr	= Chrom
Cu	= Kupfer (Cuprum)
Fe	= Eisen (Ferrum)
Mg	= Magnesium
Mn	= Mangan
Pb	= Blei (Plumbum)
Si	= Silizium
Ti	= Titan
Zn	= Zink

■ Numerische Bezeichnung nach DIN 573:

Serie:	Hauptlegierungsbestandteil:
1000	Aluminium > 99,0 %
2000	Kupfer (Cu)
3000	Mangan (Mn)
4000	Silizium (Si)
5000	Magnesium (Mg)
6000	Si und Mg
7000	Zink (Zn)
8000	sonstige Elemente

Das Kurzzeichen beginnt an erster Stelle mit „Al“ als Basismetall, dann folgen die Symbole der wichtigsten Legierungszusätze, durch Zahlen (Gewichtsprozente) ergänzt. Alternativ kann die Bezeichnung mit der 4-stelligen Legierungsnummer verwendet werden. z. B.:

Werkstoff nach alter Norm DIN 1725-1

Al Mn1
Al Mg3
Al Mg4,5Mn
Al ZnMgCu1,5

Werkstoff nach neuer Norm DIN EN 573:

EN AW-Al Mn1	oder	EN AW-3103
EN AW-Al Mg3	oder	EN AW-5754
EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	oder	EN AW-5083
EN AW-Al Zn5,5MgCu	oder	EN AW-7075

■ Vorsatz- bzw. Anhängelbuchstaben an Werkstoffbezeichnungen für besondere Verwendung

E	= Leitwerkstoff für Elektrotechnik	E-Al MgSi
S	= Schweißzusatzwerkstoff	S-Al 99,5Ti
L	= Lot	L-Al Si12
G	= Sandguss	G-Al Si12
GK	= Kokillenguss	GK-Al Si9Mg
GD	= Druckguss	GD-Al Mg9
EQ	= Eloxalqualität	Al Mg3 EQ

5. Werkstoffzustandsbezeichnungen und Methoden der Festigkeitsänderungen

■ Werkstoffzustandsbezeichnungen

alt:

F-Zahlen geben 1/10 der Mindestzugfestigkeit in N/mm² an, z. B. Al Mg3 F19 – hat mindestens 190 N/mm² Zugfestigkeit.

neu:

DIN EN 515

O = weich

H = kaltverfestigt

T = ausgehärtet

Festigkeit nur noch aus der Halbzeugnorm ablesbar.

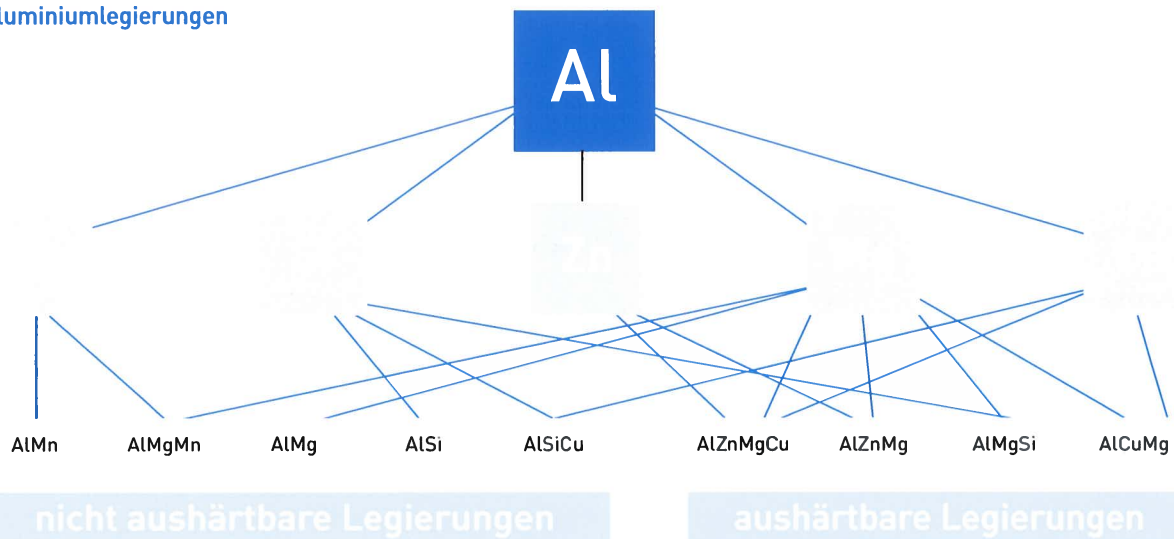
■ Festigkeitsänderungen

Reine Metalle haben eine geringe Festigkeit. Die Festigkeit von Aluminium kann erhöht werden durch:

- Legieren mit anderen Metallen
- Kaltverfestigen (Kaltumformen durch: Walzen, Ziehen, Drücken, Hämmern und Biegen)
- Aushärten (Wärmebehandlung)

Man unterscheidet nicht aushärtbare (naturharte) und aushärtbare Aluminiumlegierungen, abhängig von den Legierungszusätzen. Während naturharte Aluminiumlegierungen nur kaltverfestigt werden können, kann man aushärtbare Legierungen durch Wärmebehandlung und zusätzlich auch durch Kaltverfestigung in der Festigkeit steigern.

Aluminiumlegierungen



Al 99,5-Bleche		
	neu DIN EN 485	alt DIN 1745
weich	EN AW-Al 99,5 O	Al 99,5 W7
kaltverfestigt	EN AW-Al 99,5 H12	Al 99,5 F9
rückgeglüht	EN AW-Al 99,5 H22	Al 99,5 G9

Die Wärmebehandlung wird in drei Arbeitsstufen durchgeführt:

→ 1. Stufe:

Lösungsglühen

Lösungsglühtemperatur und -dauer je nach Legierung und Halbzeugart.

→ 2. Stufe:

Abschrecken:

Nach dem Lösungsglühen wird (meist mit Luft oder Wasser) abgeschreckt.

→ 3. Stufe:

Auslagern:

Bei Raumtemperatur (Kaltauslagern) oder bei erhöhter Temperatur (Warmauslagern). z. B.:

EN AW-Al MgSi (EN AW-6060):

Lösungsglühen bei 525 °C bis 540 °C

Abschrecken in Wasser mit Raumtemperatur

Warmauslagern bei 155 °C bis 190 °C

■ Kaltverfestigen der legierten Werkstoffe

alt: Al Mg3 W19 oder F22 oder G22

neu: EN AW-Al Mg3 O oder H12 oder H22

EN AW-5754 O oder H12 oder H22

■ Aushärten der aushärtbaren Werkstoffe.

Sie beinhalten als Legierungszusätze Si, Cu, Zn oder Cu und Zn

■ Warmausgehärtete Legierungen

alt: Al MgSi1 F28

neu: EN AW-Al Si1MgMn T6 oder EN AW-6082 T6

■ Kaltausgehärtete Legierungen

alt: Al MgSi1 F21

neu: EN AW-Al Si1MgMn T4 oder EN AW-6082 T4

Werkstoff-Datenblatt: EN AW-5754 [Al Mg3] / Mechanische Eigenschaften

Zusammensetzung nach DIN EN 573-3 (in % der Masse, Rest Al) ⁶⁾

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Bemerkungen	Andere Elemente	
									einzel.	zus.
0,40	0,40	0,10	0,50	2,6 - 3,6	0,30	0,20	0,15	Mn + Cr = 0,10 - 0,6	0,05	0,15

Typ:	Physikalische Eigenschaften		Hauptanwendungen
Al-Mg Knetlegierung, nicht aushärtbar	(Richtwerte, bei 20°C) Dichte in g/cm³ 2,66 Erstarrungsbereich °C: 610-640 Elektrische Leitfähigkeit MS/m: 20-23	Wärmeleitfähigkeit W/(mk): 140-160 Therm. Längenausdehnungs- koeffizient 10⁻⁶/K: 23,9 Elastizitätsmodul N/mm²: ~70.000	<ul style="list-style-type: none">Bleche und Rohre für allgemeine Anwendungen im Maschinen- und Fahrzeugbau, Druckbehälterbau, Apparate und Behälter für Getränke und Lebensmittel. Da schwierig strangpressbar, oft mit Profilen aus Al MgSi kombiniertBlechformteile für vielseitige AnwendungenSchrauben, Voll- und BlindnietenSchweißzusatz
Bezeichnungen:			
nach DIN EN 573-3: üblich: EN AW-5754 oder EN AW-5754 [Al Mg3] Ausnahme: EN AW-Al Mg3			
Andere Bezeichnungen:			
Int.Reg.Rec.[AA]: 5754 ISO (Symbole): Al Mg3 Japan: – Russland: 1530			
Alte Bezeichnungen:			
DIN 1725-1 Symbole: Al Mg3 DIN 1725-1 Nummer: 3.3535 Frankreich: A-G3M Großbritannien: – Italien: –			
Anwendbar nach:			
DIN 4113: ja AD-Merkbl. W6/1: ^{d)} ja German. Lloyd: ja Werkstoff-Leistungsblatt: ja			
Allgemeine Eigenschaften ^{a)}			
<u>Beständigkeit gegen:</u>		<u>Schweißzusatzwerkstoffe:</u>	
Meerwasser 1-2 Witterung 1		SG-AlMg3; SG-AlMg5	
<u>Warmumformbarkeit:</u> ^{a)}		<u>Lötbarkeit:</u> ^{a)}	
Strangpressen 4 Gesekschmieden 3 Freiformschmieden 2		Hartlöten mit Flussmittel: 5 Hartlöten ohne Flussmittel: 4 Weichlöten, Reiblöten: 3 Weichlöten mit Flussmittel: 5	
<u>Kaltumformbarkeit:</u> ^{a)}		<u>Spanbarkeit (im Zustand):</u> ^{a)}	
Stauchen, Nieten, Treiben bei Zustand bis H12 2 Tiefziehen bei Zustand O 2 Biegen 2 Drücken 3 Fließpressen 4		weichgeglüht: 3 kaltverfestigt: 2 ausgehärtet: –	
<u>Schweißbarkeit:</u> ^{a)}		<u>Oberflächenbehandlung:</u> ^{a)}	
Schmelzschweißen ^{b)} Gas- 2 WIG- 1 MIG- 1 Widerstandsschweißen 3		Schutzanodisieren: 1 Anodisieren (dekorativ) 2 (EQ=1) ^{c)} Anstrich/Beschichten 3	
<u>Einsatz für Anwendungen im Kontakt mit Lebensmitteln:</u>			
Nach DIN EN 602: ja			
Bemerkungen			
a) Relative Bewertung der Aluminiumwerkstoffe mit von 1 (sehr gut) nach 6 (ungeeignet) fallender Tendenz.			
b) Für untergeordnete Zwecke auch Lichtbogen- Handschweißen mit Zusatz EL-AlMg1.			
c) EQ = Eloxalqualität nach DIN 17611			
d) Für t > 50 mm, VdTÜV - Blatt 255			

Stangen (stranggepresst nach DIN EN 755-2; gezogen nach DIN EN 754-2)

Fertigung	Zustand ³⁾	Maße		Zugfestig. R _m MPa		Dehngrenze R _{p0,2} MPa		Bruchdehn. A %	
		D ²⁾	S ²⁾	min.	max.	min.	max.	min.	max.
stranggepresst	F, H112	...150		180	-	80	-	14	12
		> 150	250	180	-	70	-	13	-
	O, H111	...150		180	250	80	-	17	15
gezogen	O, H111	...80	...60	180	250	80	-	16	14
	H14, H24, H34	...25	...5	240	290	180	-	4	3
	H18, H28, H38	...10	...3	280	-	240	-	3	2
2) D = Durchmesser v. Rundstangen. S = Schlüsselweite von Vierkant- und Sechskantstangen, Dicke von Rechteckstangen.									
3) Werte für Zustand F sind nur zur Information.									

Bleche (nach DIN EN 485-2)

Zustand	Nennstärke mm		R _m MPa		R _{p0,2} MPa		Bruchdehn. % (min.)		Biege- radius ¹⁾		Härte HBS ¹⁾
	über	bis	min.	max.	min.	max.	A _{50 mm}	A	180°	90°	
F	2,5	100,0	190	–	–	–	–	–	–	–	–
O / H111	0,2	0,5	190	240	80	–	12	–	0,5 t	0 t	52
	0,5	1,5	190	240	80	–	14	–	0,5 t	0,5 t	52
	1,5	3,0	190	240	80	–	16	–	1,0 t	1,0 t	52
	3,0	6,0	190	240	80	–	18	–	1,0 t	1,0 t	52
	6,0	12,5	190	240	80	–	18	–	–	2,0 t	52
	12,5	100	190	240	80	–	–	17	–	–	52
H112	6,0	12,5	210	–	140	–	12	–	–	–	62
	12,5	25,0	200	–	120	–	–	10	–	–	58
	25,0	40,0	190	–	80	–	–	12	–	–	52
	40,0	80,0	190	–	80	–	–	14	–	–	52
H12	0,2	0,5	220	270	170	–	4	–	–	–	66
	0,5	1,5	220	270	170	–	5	–	–	–	66
	1,5	3,0	220	270	170	–	6	–	–	–	66
	3,0	6,0	220	270	170	–	7	–	–	–	66
	6,0	12,5	220	270	170	–	9	–	–	–	66
	12,5	40,0	220	270	170	–	–	9	–	–	66
H14	0,2	0,5	240	280	190	–	3	–	–	–	72
	0,5	1,5	240	280	190	–	3	–	–	–	72
	1,5	3,0	240	280	190	–	4	–	–	–	72
	3,0	6,0	240	280	190	–	4	–	–	–	72
	6,0	12,5	240	280	190	–	5	–	–	–	72
	12,5	25,0	240	280	190	–	–	5	–	–	72
H16	0,2	0,5	265	305	220	–	2	–	–	–	80
	0,5	1,5	265	305	220	–	3	–	–	–	80
	1,5	3,0	265	305	220	–	3	–	–	–	80
	3,0	6,0	265	305	220	–	3	–	–	–	80
H18	0,2	0,5	290	–	250	–	1	–	–	–	88
	0,5	1,5	290	–	250	–	2	–	–	–	88
	1,5	3,0	290	–	250	–	2	–	–	–	88
H22/ H32	0,2	0,5	220	270	130	–	7	–	1,5 t	0,5 t	63
	0,5	1,5	220	270	130	–	8	–	1,5 t	1,0 t	63
	1,5	3,0	220	270	130	–	10	–	2,0 t	1,5 t	63
	3,0	6,0	220	270	130	–	11	–	–	1,5 t	63
	6,0	12,5	220	270	130	–	10	–	–	2,5 t	63
	12,5	40,0	220	270	130	–	–	9	–	–	63
H24/ H34	0,2	0,5	240	280	160	–	6	–	2,5 t	1,0 t	70
	0,5	1,5	240	280	160	–	6	–	2,5 t	1,5 t	70
	1,5	3,0	240	280	160	–	7	–	2,5 t	2,0 t	70
	3,0	6,0	240	280	160	–	8	–	–	2,5 t	70
	6,0	12,5	240	280	160	–	10	–	–	3,0 t	70
	12,5	25,0	240	280	160	–	–	8	–	–	70
H26/ H36	0,2	0,5	265	305	190	–	4	–	–	1,5 t	78
	0,5	1,5	265	305	190	–	4	–	–	2,0 t	78
	1,5	3,0	265	305	190	–	5	–	–	3,0 t	78
	3,0	6,0	265	305	190	–	6	–	–	3,5 t	78
H28/ H38	0,2	0,5	290	–	230	–	3	–	–	–	87
	0,5	1,5	290	–	230	–	3	–	–	–	87
	1,5	3,0	290	–	230	–	4	–	–	–	87

1) Werte nur zur Information – keine Normwerte.

Quelle: Aluminium-Werkstoff-Datenblätter, 3. Auflage, Aluminium-Verlag, Düsseldorf, Juni 2001

Strangpressprofile (nach DIN EN 755-2)

Fertigung	Zustand 3)	Wanddicke mm 5)	Zugfestig. R_m MPa		Dehngrenze $R_{p0,2}$ MPa		Bruchdehn. A %	
			min.	max.	min.	max.	min.	max.
stranggepresst	F, H112	...25	180	–	80	–	14	12
3) Werte für Zustand F sind nur zur Information.								
5) Wenn nicht anders erwähnt.								

Rohre (stranggepresst nach DIN EN 755-2; gezogen nach DIN EN 754-2)

Fertigung	Zustand 3)	Wanddicke mm 5)	Zugfestig. R_m MPa		Dehngrenze $R_{p0,2}$ MPa		Bruchdehn. A %	
			min.	max.	min.	max.	min.	max.
strang- gepresst	F, H112	...25	180	–	80	–	14	12
	O, H111	...25	180	250	80	–	17	15
gezogen	O, H111	...20	180	250	80	–	16	14
	H14, H24, H34	...10	240	290	180	–	4	3
	H18, H28, H38	...3	280	–	240	–	3	2
3) Werte für Zustand F sind nur zur Information.								
5) Wenn nicht anders erwähnt.								

Drähte; Vordraht (gezogen: DIN EN 1301-2; Vordraht: DIN EN 1715-3)

Gezogene Drähte: DIN 1301-2						Vordraht nach DIN EN 1715-3		
Zustand 3)	Durch- messer mm	R_m MPa		$R_{p0,2}$ MPa typ. ⁴⁾	$A_{100\text{ mm}}$ % typ. ⁴⁾	Zustand 3)	R_m MPa Gießwalzdraht	R_m MPa Warmwalzdraht
		min.	max.					
O	20	–	250	110	16	F	190 bis 250	190 bis 250
H12	18	230	280	200	6	O3	190 bis 230	190 bis 230
H14	18	255	305	250	3	–	–	–
H18	10	305	–	300	2	–	–	–
H32	18	220	270	160	11	–	–	–
H34	15	245	295	210	8	–	–	–
H38	10	290	–	260	4	–	–	–
3) Werte für Zustand F sind nur zur Information.								
4) Diese typischen Werte der Dehngrenze und Bruchdehnung sind nur zur Information angegeben und sind vom Drahtdurchmesser und speziell für die Werkstoffzustände H1x und H13 vom Ziehverfahren abhängig.								

Schmiedestücke nach DIN EN 586-2

Zustand	Querschnittsmaß mm 12)		Prüfrichtung 13)	Zugfestig. R _m MPa min.	0,2-Grenze R _{p0,2} MPa min.	Dehnung A % min.	Elek.- Leitfähig. y MS/m	Werte nur zur Information	
	von	bis						y MS/m	Härte HB
Alle Schmiedestücke									
H112	–	150	L	180	80	15	–	–	50
12) Durchmesser der größten Kugelform, die in das Schmiedestück eingezeichnet werden kann.									
13) L = Längsrichtung (parallel zum Hauptfaserverlauf. T = Querrichtung (nicht parallel zum Hauptfaserverlauf). LT = Längs-Querrichtung (nicht parallel zum größeren Querschnittsmaß [Breite]). ST = Kurz-Querrichtung (parallel zum kleineren Querschnittsmaß [Dicke]).									

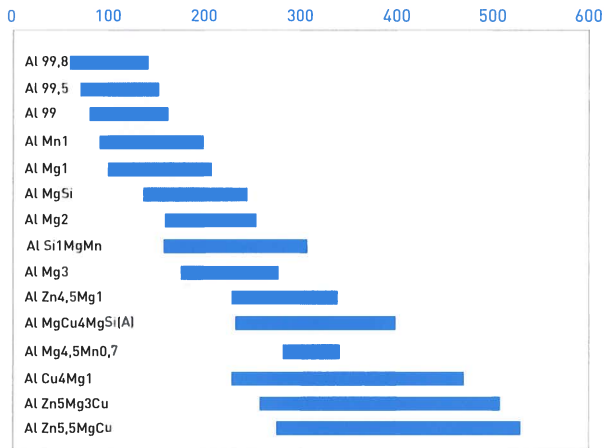
Folien: Nicht genormt nach DIN EN 546-2 (Veredler-, Haushalts- und Behälterfolien)

Walzprodukte für Dosen, Verschlüsse und Deckel: Nicht genormt nach DIN EN 541

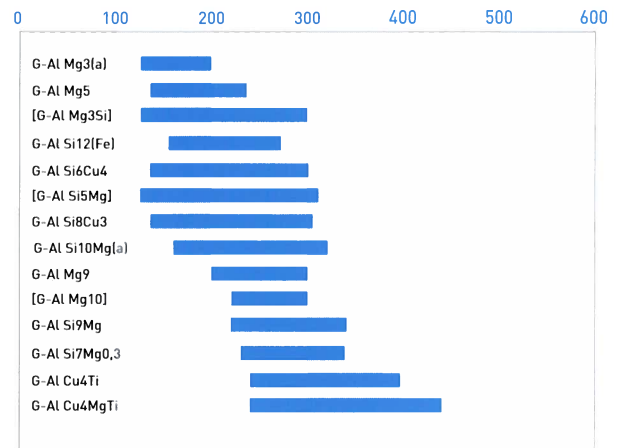
Überblick der Zugfestigkeit verschiedener Knet- und Gusslegierungen

Zugfestigkeit in R_m in MPa

Knetlegierungen



Gusslegierungen



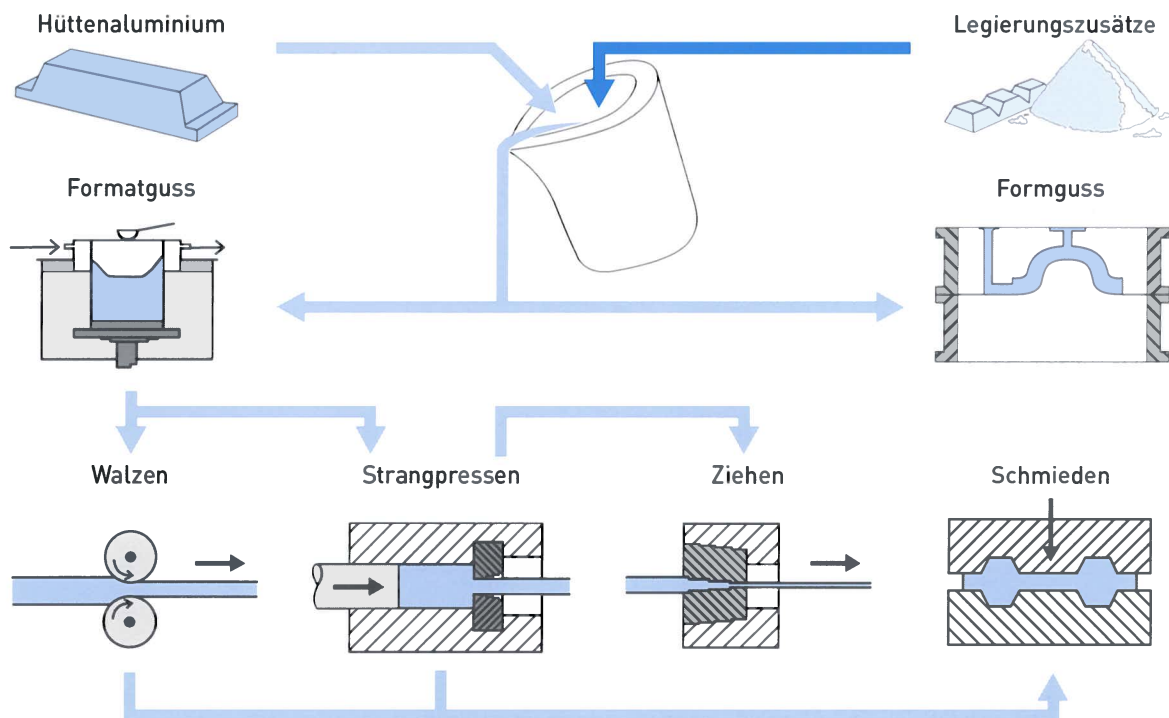
[] = Legierungen nach alter Norm [DIN 1725]

6. Rohaluminium und seine Verarbeitung zu Halbzeug und Guss

Zur Weiterverarbeitung:

- **Masseln** zur Weiterverarbeitung als Formguss.
- **Formate oder Barren** zur Halbzeugfertigung (Walz-, Press- und Drahtbarren bis 30 t Gewicht).

Herstellung von Aluminiumhalbzeug und -guss



7. Aluminiumhalbzeug

Halbzeug ist in seiner Fertigungstiefe ein Bindeglied zwischen Metall und Endprodukt (Fertigteil).

Z.B.: Bleche, Bänder, Folien, Butzen und Ronden, Draht, Stangen, Strangpressprofile, Rohre, Schmiedestücke usw.

■ Aluminiumhalbzeug nach der Verarbeitung

Walzerzeugnisse (Bleche und Bänder)

Dünne Bänder (0,021 - 0,35 mm)

Folien (0,004 - 0,02 mm)

Warm- und kaltgewalzte dicke Bleche

Bleche mit eingewalzten Mustern

Dessinierte (geprägte) Bleche

Gießwalzdraht und Walzdraht

Butzen und Ronden aus Bändern

oder Blechen

Strangpresserzeugnisse

Rund-, Vierkant-, Flach-, Sechskantstangen und Drähte

Strangpressprofile (F-, L-, U-, T- und Z-Profile,

aber auch komplizierteste Querschnitte)

Sonderprofile (kundeneigene Strangpresswerkzeuge)

Rohre bis ca. 600 mm Ø

■ Schmiedestücke

Freiformschmiedestücke

aus Stranggussblöcken

Gesensschmiedestücke

aus Draht- oder Strangpressprofilabschnitten

■ Durch Umformen aus Walzerzeugnissen (Blechen) hergestellte Profile

Bandprofil

gezogen oder rollgeformt (Zierleisten, Rohre, längsnahtgeschweißt)

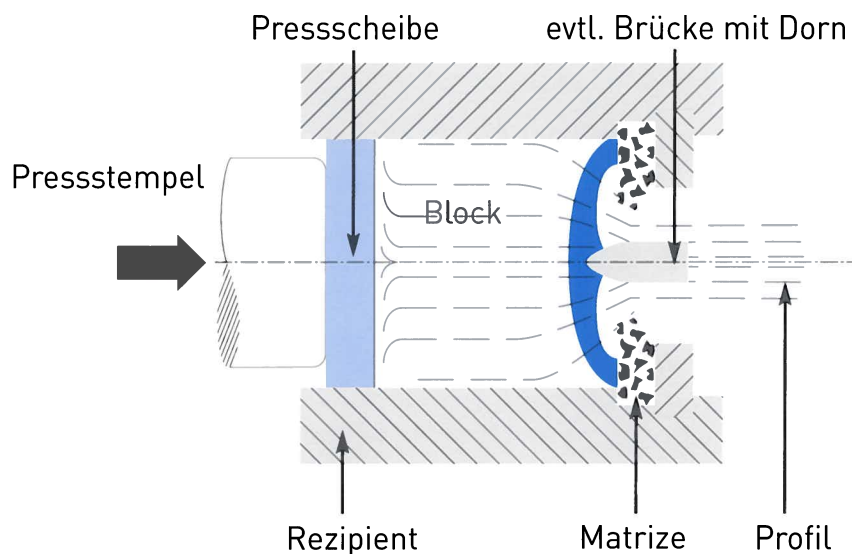
Profilierte Bleche und Bänder

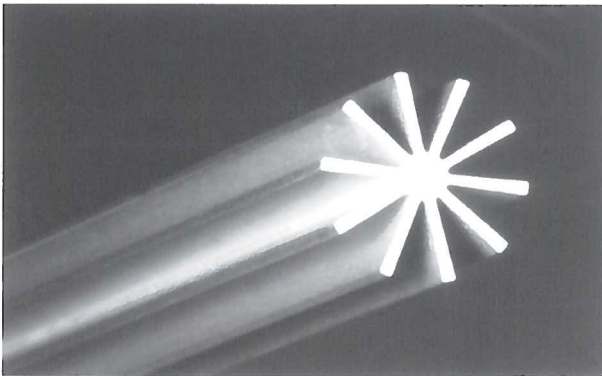
rollgeformt (Dach und Wand)

Abkantprofile

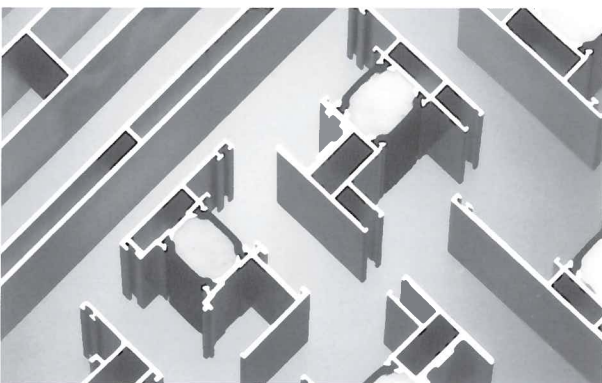
(Zubehör, Maschinengehäuse)

Darstellung des Strangpressvorgangs





Beispiel für Profilform



Beispiele für Profilformen in der Anwendung als Fensterprofil

Anhand der Fertigung von Übungsprojekten sollen die Bearbeitungstechniken für Aluminium vermittelt werden. Warum wird Aluminium und warum der Werkstoff EN AW-5754 [Al Mg3] O / H111 (weich) für diesen Zweck verwendet?

- gute Korrosionsbeständigkeit
- gute Verarbeitbarkeit
(Umformen, Schweißen, alle Arten der Oberflächenbehandlung möglich)
- Festigkeit ausreichend
keine tragende Konstruktion
- unbegrenzte Lebensdauer
- dekoratives Aussehen
- kann 100 %ig mit geringem Energieaufwand wieder verwertet werden (Recycling)

8. Umformen von Aluminium

Das Umformen von Aluminium erfolgt meist auf den gleichen Maschinen, die auch für die Bearbeitung der anderen Werkstoffe wie Stahl, Kupfer und so weiter verwendet werden. (Ausgiebige Reinigung von Rückständen anderer Metalle ist zwingend erforderlich.)

Aluminium

- hat eine weichere Oberfläche als Stahl
- ist kerbempfindlich
- hat eine merkliche Rückfederung beim Biegen
- hat eine größere Wärmedehnung und eine hohe Wärmeleitfähigkeit
- zeigt keine Glühfarben.

■ Kanten

Prinzip:

Blechumformung in gerader Linie

Varianten

- freies Biegen in einer Spannvorrichtung
z.B. Schraubstock oder Holzbalken für Einzelteile, auf der Baustelle
- mit Biegemaschine in der Werkstatt, handwerklich
- mit Abkantpresse oder Kantbank („Gesenkbiegen“)

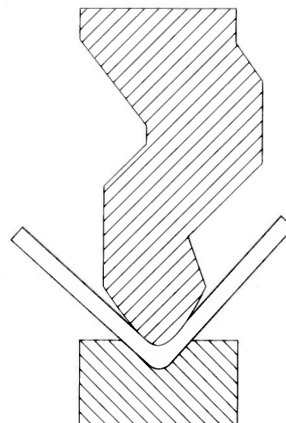
Werkstoffe

- umformbare Werkstoffe wählen
(Zustand: weich bis dreiviertelhart)

Hinweise:

- beim Einspannen Schutzzwischenlagen verwenden
- zum Anzeichnen weichen Bleistift, **keine** Reißnadel verwenden
- Mindestbiegeradien nicht unterschreiten:
0,5 bis 3-mal Blechdicke, je nach Werkstoff (eventuell Vorversuche)
- Biegekante quer zur Walzrichtung wählen

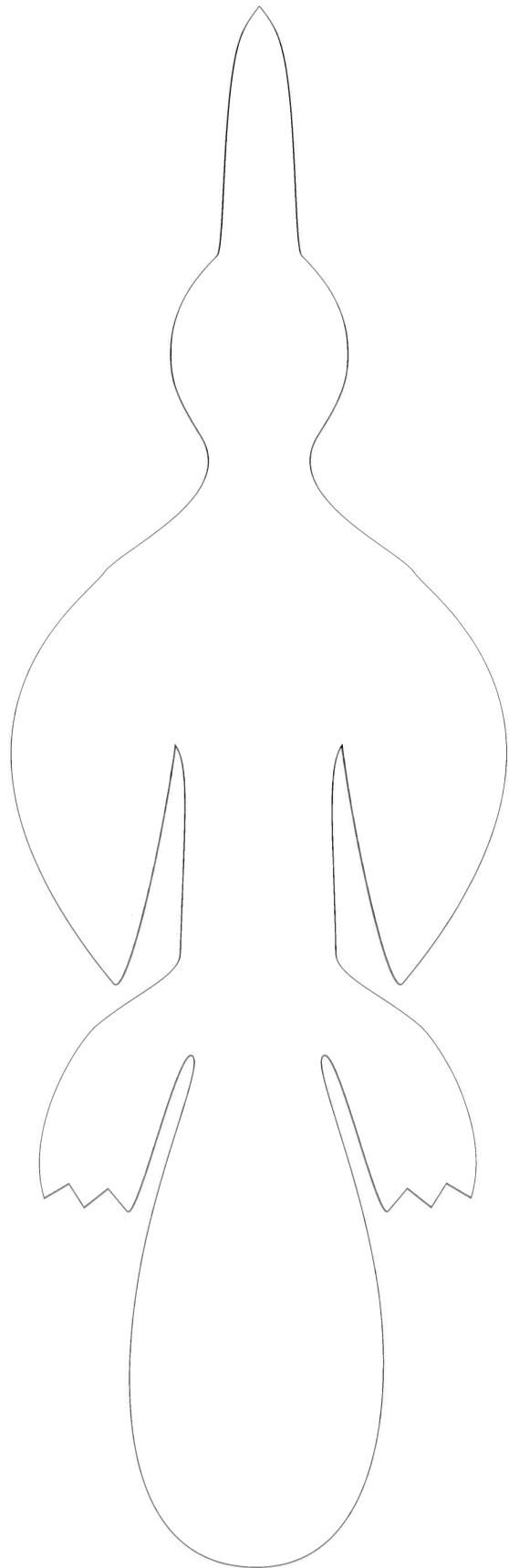
Kanten



9. Arbeitsplan für Serviettenhalter „Pinguin“

- **1. Schritt:**
Vorlage für Schablone auf Pappe kleben und ausschneiden.
- **2. Schritt:**
Kontur mittels Pappschablone auf das Aluminiumblech (EN AW-5754 [Al Mg3] O / H111 (weich)) übertragen und mittels Laub- oder Bandsäge aussägen.
- **3. Schritt:**
Kontur nachfeilen und entgraten.
- **4. Schritt:**
Mit einem Kugelhammer auf einer Bleiunterlage (mind. ca. 10 mm dick, alternativ auch Weichholz möglich) Kopf und Bauch ballig treiben, ausgehend jeweils von der Mitte zum Rand vorarbeiten.
- **5. Schritt:**
Die Flügel mit der Hammerfinne (möglichst abgerundet, ohne scharfe Kanten) in Längsrichtung hämmern und die Struktur des Gefiederbildes erzeugen.
- **6. Schritt:**
Den Pinguin von Hand in Form biegen, erst den Bauch, dann den Kopf. Gegebenenfalls die Flügelvorderkanten noch etwas nach vorne biegen (falls die Rundung vom Treiben nicht ausreicht).
- **7. Schritt:**
Die Füße so richten, dass sie glatt auf der Unterlage stehen, die Flügelspitzen etwas nach hinten biegen. Sie sollten für einen stabilen Stand des Pinguins auch die Unterlage berühren.
- **8. Schritt:**
Die Serviette wird hinter den Bauch geklemmt.

Schablone



Impressum

Herausgeber

GDA - Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V.
Am Bonneshof 5
40474 Düsseldorf

Gestaltung

Sektor GmbH, Düsseldorf

Bildnachweis

Erbstöh AG, Velbert (13)
Eduard Hueck GmbH & Co. KG, Lüdenscheid (13)

Aluminium
für die Welt
von morgen



GDA-04-06 | 1000 | 06-2004



GESAMTVERBAND DER
ALUMINIUMINDUSTRIE e.V.

Am Bonneshof 5
40474 Düsseldorf
Postfach 10 54 63
40045 Düsseldorf
Tel.: 0211 - 47 96 - 279/285
Fax: 0211 - 47 96 - 410
information @ aluinfo.de
www.aluinfo.de

Wir behalten uns sämtliche Rechte für dieses Dokument vor. Technische Angaben und Empfehlungen beruhen auf dem Kenntnisstand bei Drucklegung ohne Gewähr und Haftungsübernahme.