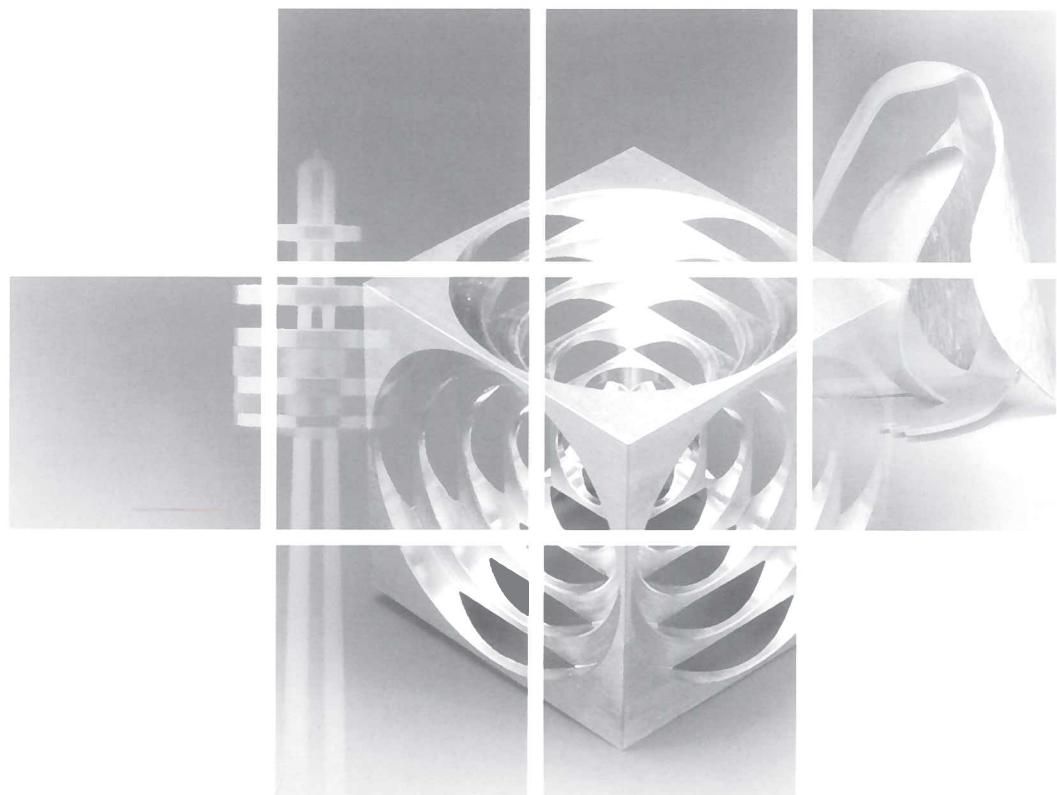


# Bearbeitungslehrgang

## »Würfel«



## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	03
<b>1. Geschichtliche Entwicklung des Aluminiums</b>	03
<b>2. Physikalische Eigenschaften des Aluminiums</b>	03
<b>3. Aluminiumgewinnung</b>	04
<b>4. Aluminiumlegierungen und ihre Bezeichnungen</b>	06
<b>5. Werkstoffzustandsbezeichnungen und Methoden der Festigkeitsänderungen</b>	06
<b>6. Rohaluminium und seine Verarbeitung zu Halbzeug und Guss</b>	10
<b>7. Aluminiumhalbzeug</b>	11
<b>8. Spanen von Aluminium</b>	12
<b>9. Zeichnungen</b>	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 Formbarkeit 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 Zeichnungen für die Erstellung eines dekorativen Würfels als Übungslehrgang.

## 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 (zirka 500 Euro pro Kilogramm).
- **1866**  
Durch Erfindung der Dynamomaschine von Werner von Siemens wurde genügend elektrische Energie zur industriellen Herstellung des Aluminiums verfügbar gemacht.
- **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 Abmes-  
sungen nur zirka 1/3 der Steifigkeit von Stahlkonstruk-  
tionen.

### ■ Gute Wärmeleitfähigkeit

zirka dreimal höher als bei Stahl (Verwendung zum Bei-  
spiel 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 Reflektionsvermögen

für Licht, Wärme und elektromagnetische Wellen

### ■ Allgemeines

Durch Legierungszusätze verändern sich Dichte, Schmelzpunkt, Wärmeausdehnungszahl und Reflek-  
tionsvermögen. Wesentlich beeinflusst wird die Leit-  
fähigkeit für elektrischen Strom, die nicht nur von den  
Legierungselementen, sondern auch von deren An-  
ordnung im Kristallgefüge abhängt. Die Festigkeits-  
eigenschaften und die Dehnung werden von den  
Legierungszusätzen und der Wärmebehandlung be-  
einflusst.

## 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	$[Al_2O_3]$	zirka	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 zirka 4 Mrd. t  
Bekannt zirka 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 zirka 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

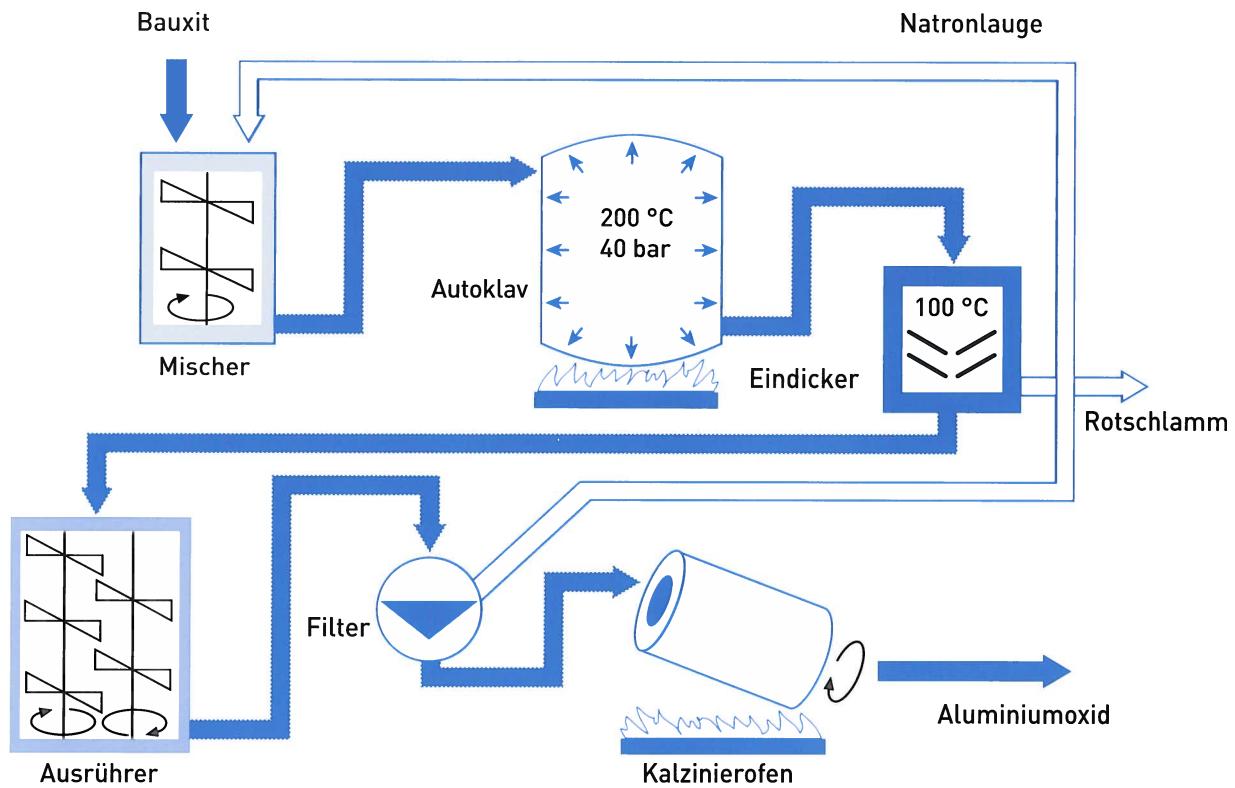
Vorkommen weltweit 1996: zirka 25 Mrd t\*

Gesamtförderung 1999: 116 Mio t



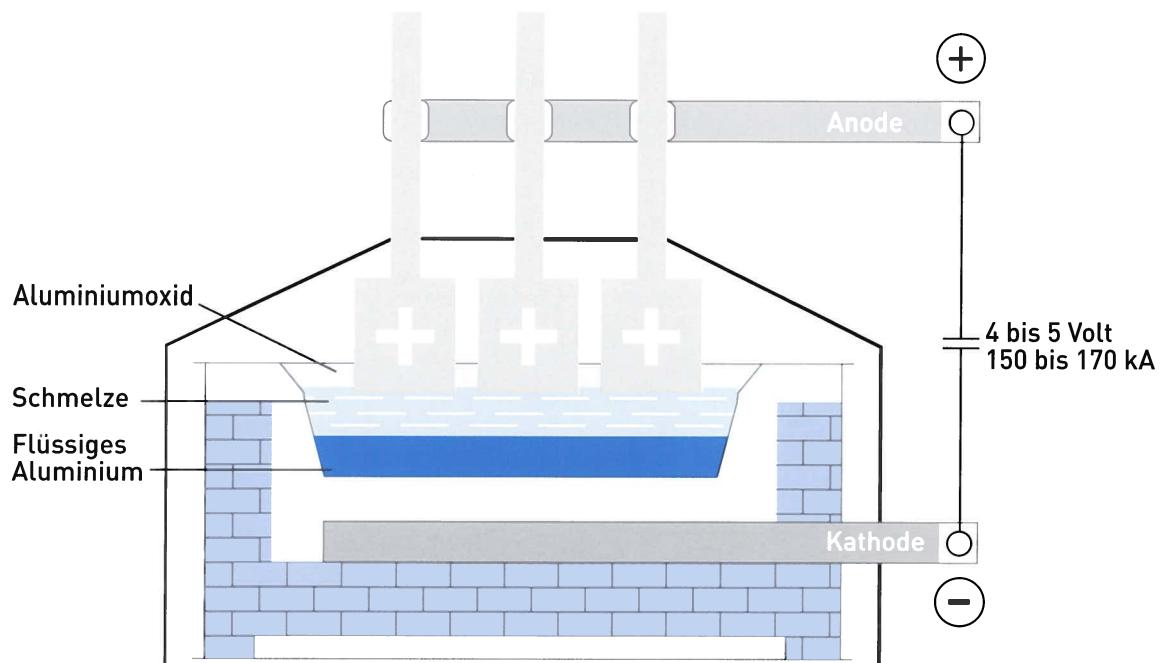
\*Wirtschaftlich abbaubare Vorräte reichen nach heutigen Rahmenbedingungen noch 200 Jahre.

## Das Bayer-Verfahren



## Aluminium-Elektrolyse

Der Elektrolyseofen



## 4. Aluminiumlegierungen und ihre 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 Anwendungsanforderungen 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. Anhängebuchstaben 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	= Elokalqualität	Al Mg3 EQ

## 5. Werkstoffzustandsbezeichnungen und Methoden der Festigkeitsänderungen

### ■ Werkstoffzustandsbezeichnungen

#### alt:

F-Zahlen geben 1/10 der Mindestzugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup> an, z. B. Al Mg3 F19 – hat mindestens 190 N/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit.

#### neu:

DIN EN 515  
O = weich  
H = kaltverfestigt  
T = ausgehärtet  
Festigkeit nur noch aus der Halbzeugnorm ablesbar.

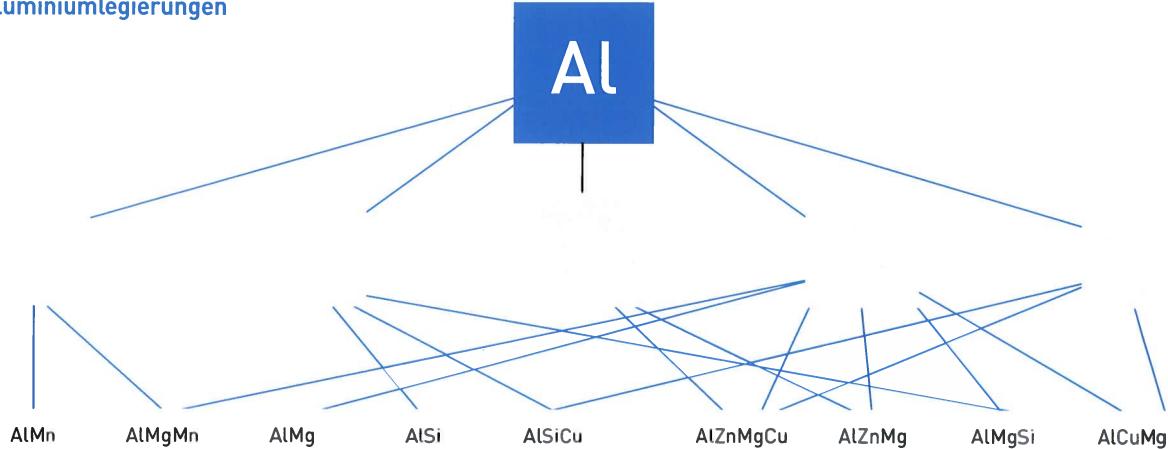
### ■ Festigkeitsänderungen

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



## nicht aushärtbare Legierungen

## aushärtbare Legierungen

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-2007 [Al Cu4PbMgMn] / Mechanische Eigenschaften

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

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Bemerkungen	Andere Elemente	
									einz.	zus.
0,8	0,8	3,3 - 4,6	0,50 - 1	0,40 - 1,8	0,10	0,8	0,20	0,20 Ni; 0,20 Bi; 0,20 Sn; 0,8 - 1,5 Pb	0,05	0,15

6) Maximalwerte, wenn kein Bereich angegeben.

Typ	Physikalische Eigenschaften				Hauptanwendungen	
AICuMgPb-Automatenlegierung, aushärtbar	[Richtwerte, bei 20°C] Dichte in g/cm <sup>3</sup> 2,85 Erstarrungsbereich °C: 507-650 Elektrische Leitfähigkeit MS/m: 18-22				Wärmeleitfähigkeit W/[mk]: 130-160 Therm. Längenausdehnungskoeffizient 10 <sup>-6</sup> /K: 23 Elastizitätsmodul N/mm <sup>2</sup> : ~70.000	
<b>Bezeichnungen</b>						
<u>nach DIN EN 573-3:</u> üblich: EN AW-2007 oder EN AW-2007 [Al Cu4PbMgMn] Ausnahme: EN AW-Al Cu4PbMgMn						
<u>Andere Bezeichnungen:</u> Int.Reg.Rec.(AA): 2007 ISO (Symbole): – Japan: – Russland: –						
<u>Alte Bezeichnungen:</u> DIN 1725-1 Symbole: AlCuMgPb DIN 1725-1 Nummer: 3.1645 Frankreich: – Großbritannien: – Italien: 9002/8						
Typ	Physikalische Eigenschaften				Hauptanwendungen	
<u>Allgemeine Eigenschaften</u> <sup>a)</sup>					<b>Bemerkungen</b>	
<u>Beständigkeit gegen:</u> Meerwasser 5 Witterung 5	<u>Schweißzusatzwerkstoffe:</u> AlSi <sup>jl</sup>				a) Relative Bewertung der Aluminiumwerkstoffe mit von 1 (sehr gut) nach 6 (ungeeignet) fallender Tendenz.	
<u>Warmumformbarkeit:</u> <sup>a)</sup> Strangpressen 4 Gesenkschmieden – Freiformschmieden –	<u>Lötbarkeit:</u> <sup>jl</sup> Hartlöten mit Flussmittel: – Hartlöten ohne Flussmittel: – Weichlöten, Reiblöten: 4 Weichlöten mit Flussmittel: –				b) Für untergeordnete Zwecke auch Lichtbogen-Handschweißen mit Zusatz EL-AlMg1.	
<u>Kaltumformbarkeit:</u> <sup>jl</sup> Stauchen, Nieten, Treiben 4 Tiefziehen bei Zustand 0 – Biegen 4 Drücken – Fließpressen –	<u>Spanbarkeit [im Zustand]:</u> <sup>jl</sup> weichgeglüht: – kaltverfestigt: – ausgehärtet: 1 <u>Oberflächenbehandlung:</u> <sup>al(k)</sup> Schutzanodisieren: 5 <sup>kl</sup> Anodisieren (dekorativ) – Anstrich/Beschichten 4 <sup>kl</sup>				c) EQ = Elokalqualität nach DIN 17611 j) Elektrisch leitende Anschlüsse durch Schutzgasschweißen mit AlSi-Zusatz herstellbar. k) Verschleißfeste Oberflächen durch Hartanodisieren (Sonderverfahren). Galvanisieren, chemisches Abscheiden oder Spritzbeschichten möglich.	
<u>Anwendbar nach</u>	<u>Schweißbarkeit:</u> <sup>jl</sup> Schmelzschweißen Gas- <sup>jl</sup> WIG- – MIG- – Widerstands- punktorschweißen – Abbrennstumpforschweißen –				<u>Einsatz für Anwendungen im Kontakt mit Lebensmitteln:</u> Nach DIN EN 602: nein	

### Hinweise

- 2007 ist die am häufigsten verwendete Aluminiumlegierung für Teile, die auf Drehautomaten hergestellt werden.
- Bei Halbzeug größerer Querschnittsabmessungen (über den genormten Durchmesser- bzw. Dickenbereich hinaus) kann durch nicht rotationssymmetrisches oder einseitiges Bearbeiten Verzug infolge Eigenspannungen auftreten. Spannungsabbau ohne deutliche Eigenschaftsänderung ist durch Glühen bei 200 °C/2h möglich (darf aber nur einmal ausgeführt werden).
- Beständigkeit und Schweißbarkeit wie bei den AlCuMg-Typ Legierungen.
- Legierung 2007 ist nur im Zustand kaltausgehärtet lieferbar.
- Dünne transparente Oxidschichten sind möglich, aber die Legierung eignet sich nicht für dekoratives Anodisieren.
- Weist geringe chemische Beständigkeit und Leitfähigkeit auf.
- Diese Legierung ist in großer Auswahl als Stangen und Rohre im Halbzeughandel vorrätig.

## Strangpressprofile (nach DIN EN 755-2)

Fertigung	Zustand	Wanddicke mm	Zugfestigkeit $R_m$ MPa		Dehngrenze $R_{p0,2}$ MPa		Bruchdehnung A % $A_{50\text{ mm}}$ %	
			min.	max.	min.	max.	min.	min.
stranggepresst	T4, T4510, T4511 <sup>7)</sup>	...30	370	–	250	–	8	6

7) Die Eigenschaften dürfen durch Abschrecken an der Presse erzielt werden.

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

Fertigung	Zustand	Wanddicke mm	Zugfestigkeit $R_m$ MPa		Dehngrenze $R_{p0,2}$ MPa		Bruchdehnung A % $A_{50\text{ mm}}$ %	
			min.	max.	min.	max.	min.	min.
stranggepresst	T4, T4510, T4511 <sup>7)</sup>	...25	370	–	250	–	8	6
gezogen	T3 <sup>7)</sup> T3510, T3511 <sup>7)</sup>	...20 ...20	370	–	250	–	7	5
			370	–	240	–	5	3

7) Die Eigenschaften dürfen durch Abschrecken an der Presse erzielt werden.

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

Fertigung	Zustand	Maße		Zugfestigkeit $R_m$ MPa		Dehngrenze $R_{p0,2}$ MPa		Bruchdehnung A % $A_{50\text{ mm}}$ %	
		D <sup>2)</sup>	S <sup>2)</sup>	min.	max.	min.	max.	min.	min.
strang- gepresst	T4, T4510, T4511 <sup>7)</sup>	...80		370	–	250	–	8	6
		> 80	200	340	–	220	–	8	–
		> 200	...250	330	–	210	–	7	–
gezogen	T3 <sup>7)</sup> T351 <sup>7)</sup>	...30		370	–	240	–	7	5
		> 30	...80	340	–	220	–	6	–
		...80		370	–	240	–	5	3

2) D = Durchmesser v. Rundstangen. S = Schlüsselweite von Vierkant- und Sechskantstangen, Dicke von Rechteckstangen.

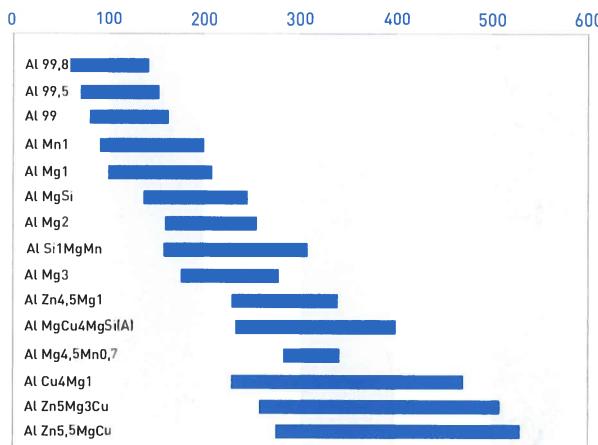
7) Die Eigenschaften dürfen durch Abschrecken an der Presse erzielt werden.

**Bleche:** Nicht genormt nach DIN EN 485-2**Drähte, Vordraht:** Nicht genormt nach DIN EN 1301-2 (gezogen) und DIN EN 1715-3 (Vordraht)**Folien:** Veredlerfolien (6-200 µm) und Haushaltsfolien (10-24 µm) nicht genormt nach DIN EN 546-2**Schmiedestücke:** Nicht genormt nach DIN EN 586-2**Walzprodukte für Dosen, Verschlüsse und Deckel:** Nicht genormt nach DIN EN 541

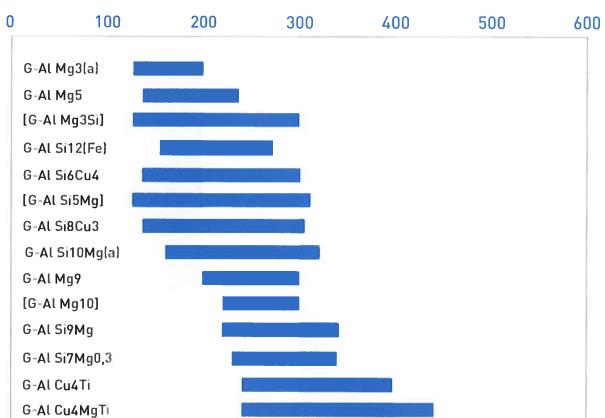
### Überblick der Zugfestigkeit verschiedener Knet- und Gusslegierungen

Zugfestigkeit  $R_m$  in MPa

#### Knetlegierungen



#### Gusslegierungen



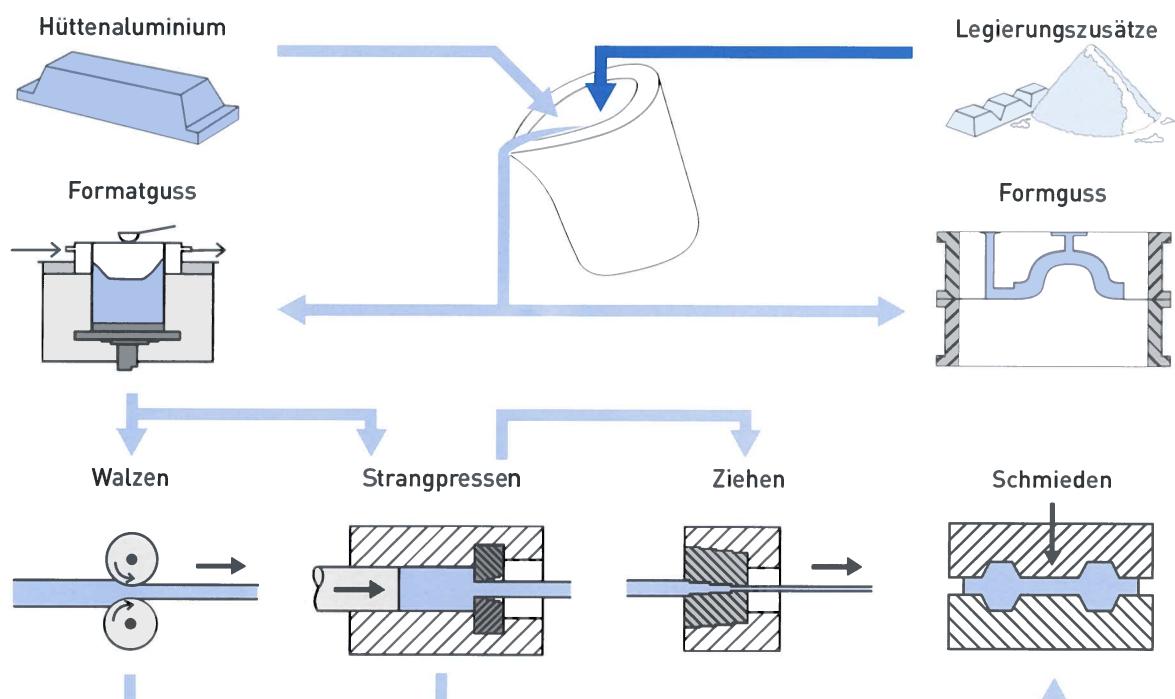
[ ] = Legierungen nach alter Norm (DIN 1725)

## 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).

Beispiele: 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 zirka 600 mm Ø

### ■ Schmiedestücke

#### Freiformschmiedestücke

aus Stranggussblöcken

#### Gesenkschmiedestücke

aus Draht- oder Strangpressprofilabschnitten

### ■ Durch Umformen aus Walzerzeugnissen (Blechen) hergestellte Profile

#### Bandprofil

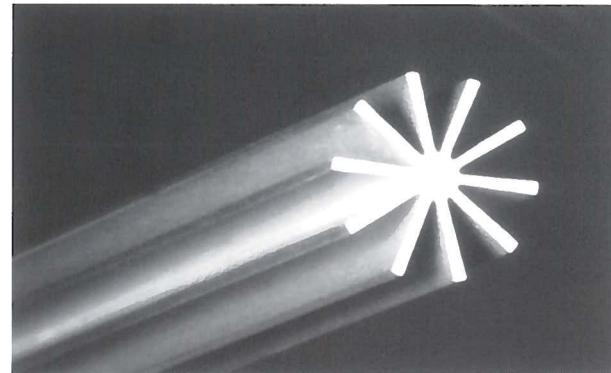
gezogen oder rollgeformt (Zierleisten, Rohre, längsnahtgeschweißt)

#### Profilierte Bleche und Bänder

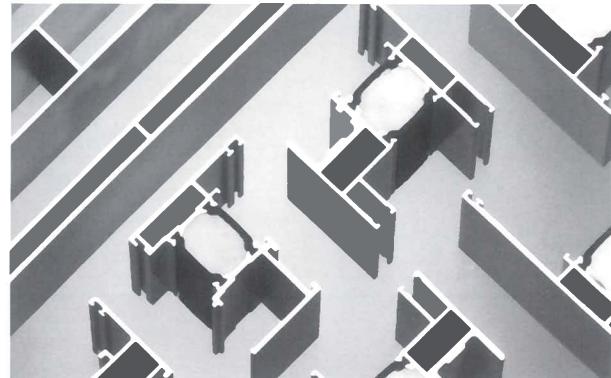
rollgeformt (Dach und Wand)

#### Abkantprofile

(Zubehör, Maschinengehäuse)



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-2007 [Al Cu4PbMgMn] T6 für diesen Zweck verwendet?

→ Korrosionsbeständigkeit ausreichend

→ gute Spanbarkeit

(Drehen, Fräsen, Bohren mit gutem Oberflächenergebnis möglich)

→ hohe Festigkeit

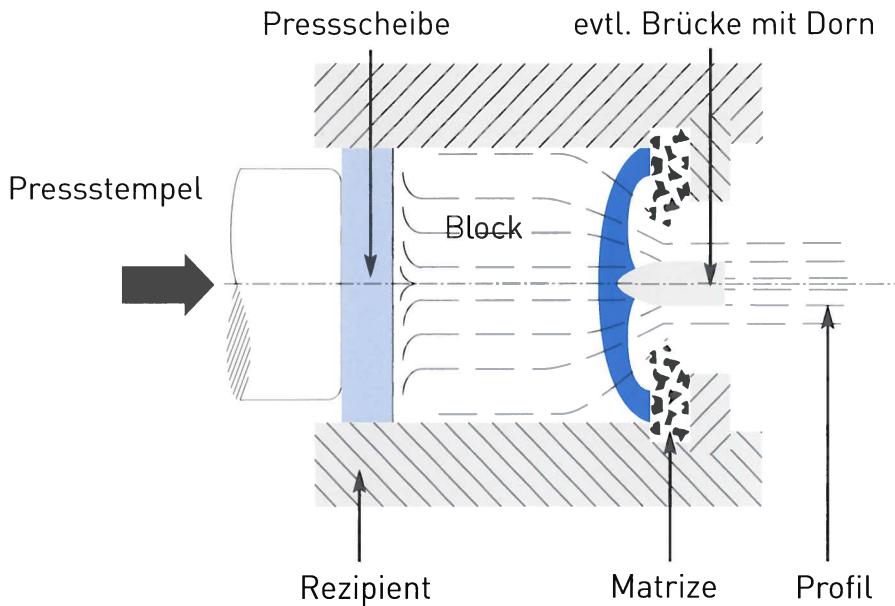
keine tragende Konstruktion

→ unbegrenzte Lebensdauer

→ dekoratives Aussehen

→ kann 100 %ig mit geringem Energieaufwand wieder verwertet werden (Recycling)

### Darstellung des Strangpressvorgangs



## 8. Spanen von Aluminium

Durch den gesteigerten Einsatz von Aluminium im Automobilbau, im Maschinen- und Anlagenbau, in der Elektrotechnik und im allgemeinen Metallbau nehmen die Zerspanungsaufgaben des Werkstoffs Aluminium immer mehr zu. Die angegebenen Zerspanungswerte sind als Information zu verstehen, welche Leistungen mit diesen Verfahren zu erreichen sind. Die genaue Beschreibung der Einflussparameter würde den Rahmen dieses Lehrgangs sprengen. Es ist deshalb sinnvoll, sich mit den Maschinen- und Werkzeugherstellern in Verbindung zu setzen.

### Drehen

Die Zerspanbarkeit von Aluminiumwerkstoffen durch Drehen ist in den Tabellen 1 und 2 ausführlich dargestellt. Richtwerte für die Drehbearbeitung haben sich daran zu orientieren, auf welche Zerspanbarkeitskriterien es im Einzelfall besonders ankommt und ob Vorgaben (zum Beispiel durch die Maschinenleistung) berücksichtigt werden müssen. Bei den Angaben in Tabelle 3 handelt es sich um (am Verschleiß orientierte) Anhaltswerte, die den Bereich aufzeigen, aus dem vor der Bearbeitung größerer Serien die günstigsten Werte durch Arbeitsstudien zu ermitteln sind.

Tabelle 1: Zerspanbarkeit von Aluminiumknetlegierungen höherer Festigkeit

Werkstoff	Spanform	Oberfläche	Verschleiß <sup>1)</sup>	Schnittkraft <sup>2)</sup>
z.B. 7022, 7075, 2017A	Günstig (besser mit ansteigender Festigkeit)	Gut bis sehr gut (besser mit ansteigender Festigkeit)	Gering ( $v_{max} \approx 2500 \text{ m/min}$ )	$k_{s1,1}$ Mit der Festigkeit ansteigend von etwa 400 N/mm <sup>2</sup> bis 550 N/mm <sup>2</sup> (bei 7075)
z.B. 2007, 2011, 6012	sehr günstig (infolge spanbrechender Zusätze)	gut	Gering ( $v_{max} \approx 2500 \text{ m/min}$ )	$k_{s1,1} \approx 450 \text{ N/mm}^2 - 500 \text{ N/mm}^2$

1) Schneidstoff: Hartmetall K10 [Standzeit zirka 60 min]

2) Angaben für  $k_{s1,1}$  beziehen sich auf  $v = 600 \text{ m/min}$

Tabelle 2: Einflüsse von Schnittbedingungen und Werkzeuggeometrie beim Drehen von Aluminiumwerkstoffen

Einflussgröße	Zerspanungskenngröße			
	Spanform	Oberfläche	Verschleiß	Schnittkraft
Schnittgeschwindigkeit $v$	○	● Etwas geringere Rauhtiefe bei steigender Schnittgeschwindigkeit	● Deutlich höher bei steigender Schnittgeschwindigkeit	● Geringer bei steigender Schnittgeschwindigkeit
Vorschub $s$	● Bei größerem Vorschub enger gewendelte bzw. gebrochene Späne	● Kinematischer Zusammenhang: $R_t \sim s$	● Etwas höher bei steigendem Vorschub	● Degrressiver Schnittkraftanstieg mit dem Vorschub
Schnitttiefe $a$	● Längere Späne bei größerer Schnitttiefe	● Schlichten mit geringer Schnitttiefe	● Etwas höher mit wachsender Schnitttiefe	● Schnittkraft ist der Schnitttiefe proportional
Spanwinkel $\gamma$	● Längere Späne bei größerem Spanwinkel	● Etwas geringere Rauhtiefe bei größerem Spanwinkel	○	● Geringere Schnittkraft bei großem Spanwinkel
Zustand von Spanfläche und Schneide	○	● Schnittkantenrauheit formt sich ab	● Beschleunigter Verschleißfortschritt angegriffener Schneiden	● Schnittkraft wächst stark mit dem Verschleißfortschritt
Kühlung bzw. Schmierung	● Kühlung fördert den Spanbruch	● Schmierstoffe verringern die Rauhtiefe	● Kühlschmierstoffe senken den Verschleiß	○

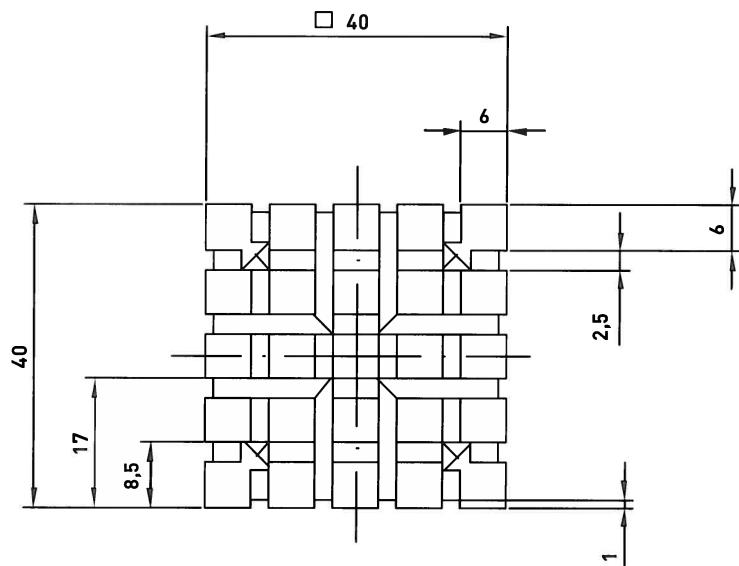
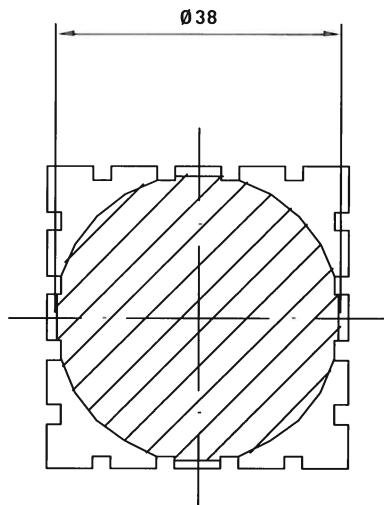
○ Sehr geringer oder kein Einfluss    ● Mäßiger Einfluss    ● Großer Einfluss

Tabelle 3: Richtwerte für das Drehen von Aluminium

Schnittgröße	Schneidstoff	Knetwerkstoffe		AlSi-Gusswerkstoffe	
		geringer Festigkeit	höherer Festigkeit Automatenwerkstoffe	bis zirka 12% Si	>12% Si
Spanwinkel $\gamma$ in°	HSS	25 bis 35	20 bis 30	12 bis 16	1)
	HM	max. 30	20 bis 30	12 bis 16	8 bis 12
	Diamant	1)	6	6	6
Freiwinkel $\alpha$ in°	HSS	7 bis 12	7 bis 10	5	1)
	HM	7 bis 12	5 bis 8	5	5
	Diamant	1)	12	12	12
Schnittgeschwindigkeit $v$ in m/min	HSS	bis 800	bis 400	bis 200	1)
	HM	bis 4000	bis 1500	bis 1000	bis 250
	Diamant	1)	bis 1500	bis 1400	bis 800
Vorschub $s$ im mm/U <sup>2)</sup>	HSS	bis 0,8	bis 0,5	bis 0,5	1)
	HM	bis 0,8	bis 0,6	bis 0,6	bis 0,6
	Diamant	1)	bis 0,3	bis 0,3	bis 0,2
Spantiefe $a$ in mm	HSS	bis 6	bis 6	bis 6	1)
	HM	bis 6	bis 6	bis 6	bis 4
	Diamant	1)	bis 1	bis 1	bis 0,8
Kühlschmierstoff	HSS	Schneidöl	Emulsion	Emulsion	1)
	HM	evtl. Schneidöl	evtl. Emulsion	Emulsion	Emulsion
	Diamant	1)	Emulsion	Emulsion	Emulsion

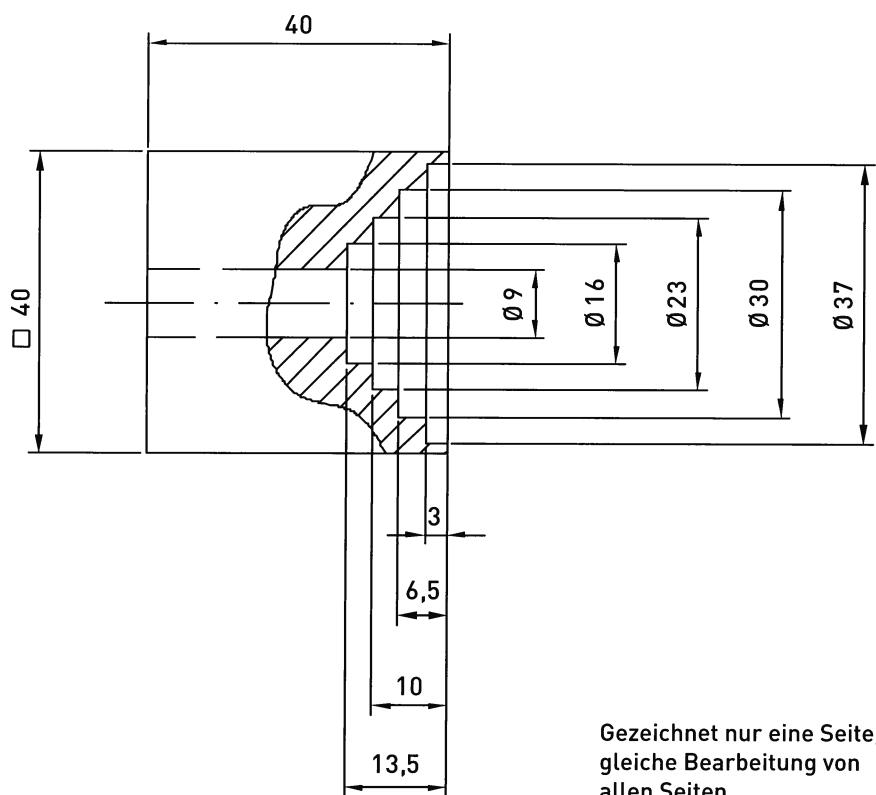
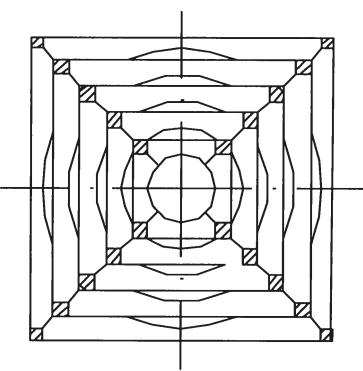
1) Nicht geeignet bzw. nicht üblich

2) zum Schlichten geringere Werte

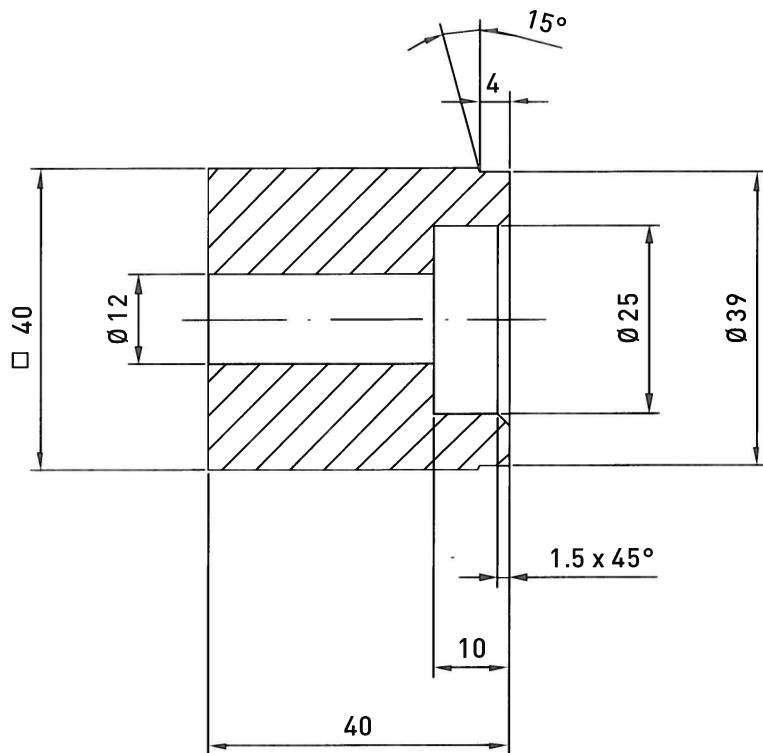
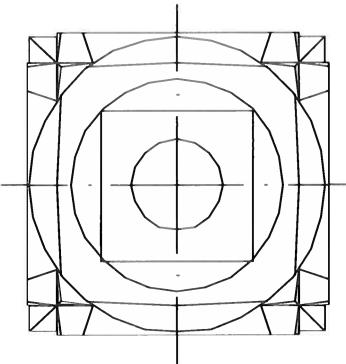


Einstiche an allen sechs Seiten gleich.  
Eckwürfel fallen beim Einstechen weg.

(Verwendungszweck)		(Zul. Abweichung)		(Oberfläche)	(Maßstab)	1:1	(Gewicht)
				(Werkstoff) Al Cu4PbMgMn			
		(Rohteile)					
		(Modell- oder Gesenk-Nr)					
				Datum	Name	Würfel 1	
		Bearb.	25.03.04	W. Schrimpf			
		Gepr.					
		Norm					
						Blatt	
						von	
Zust.	Änderung	Datum	Name	Ursprung		Ersatz für:	Ersatz durch:



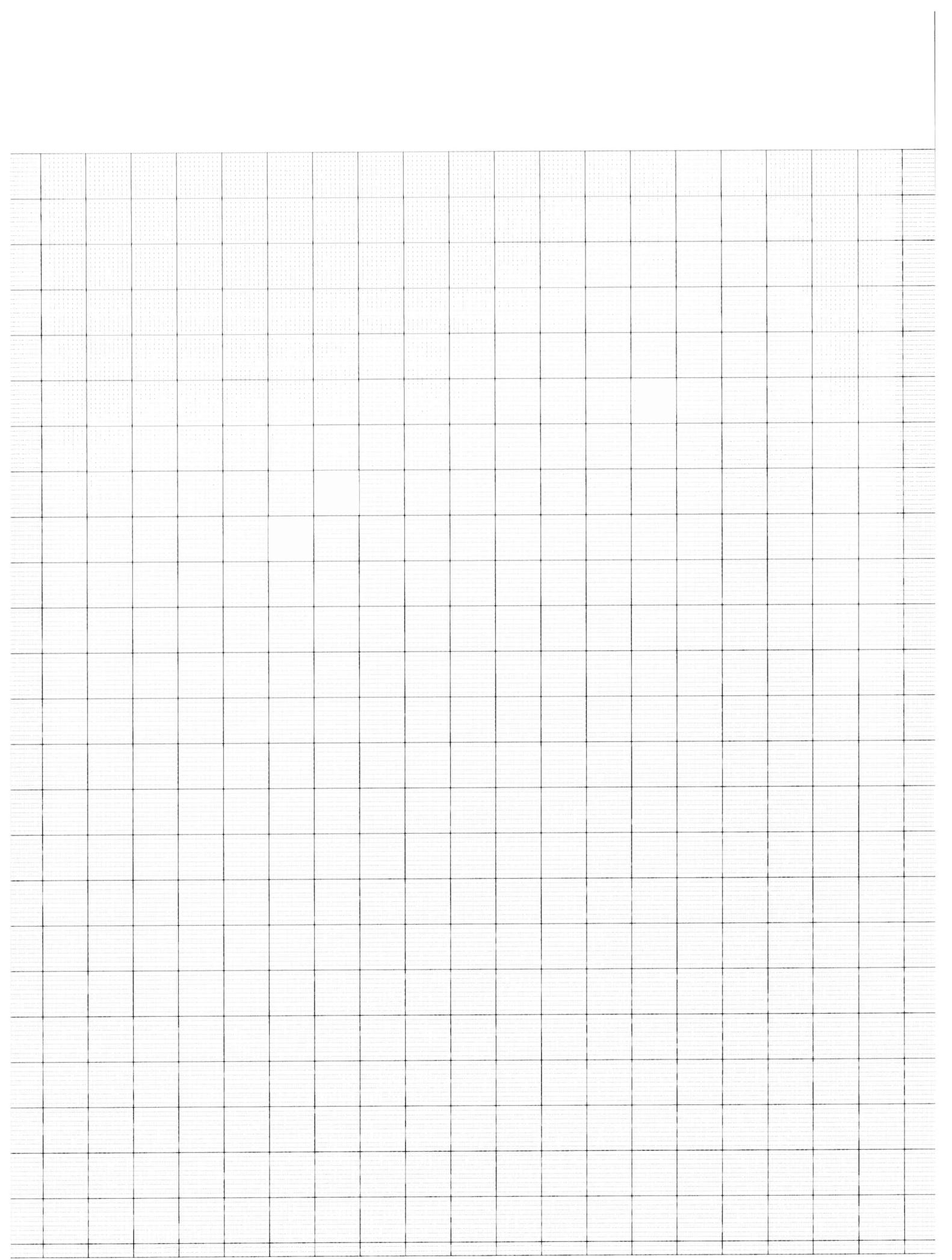
(Verwendungszweck)		(Zul. Abweichung)		(Oberfläche)		(Maßstab) 1:1	(Gewicht)	
						(Werkstoff) Al Cu4PbMgMn		
						(Rohteile)		
						(Modell- oder Gesenk-Nr)		



Gezeichnet nur eine Seite,  
gleiche Bearbeitung von  
allen Seiten

### Würfel 3





## Impressum

### **Herausgeber**

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

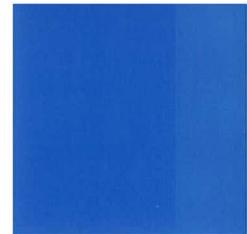
### **Gestaltung**

Sektor GmbH, Düsseldorf

### **Bildnachweis**

Erbslöh AG, Velbert (11)  
Eduard Hueck GmbH & Co. KG, Lüdenscheid (11)

Aluminium  
für die Welt  
von morgen



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