

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Aluminium und -legierungen
1 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany



Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Eigenschaften

(DIN EN 573-1, -2, -3, -4, -5, DIN EN 515)

Physikalische und technologische Eigenschaften:

günstige Verhältnisse von:

- Festigkeit/Dichte → Luftfahrt, Freizeit
- elekt. Leitfähigkeit/Dichte → Überlandleitungen
- gute Korrosionsbeständigkeit → Bauwesen

Aluminium und -legierungen
2 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>

ipe

institute of product engineering

Werkstofftechnik

Materials Science & Engineering

NE-Metalle

Periodensystem der Elemente

Aluminium und -legierungen
3 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

97034fi

>>>>

>>>>

ipe

institute of product engineering

Werkstofftechnik

Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Eigenschaften

Dichte	g/cm ³	2,70
Schmelztemperatur	°C	660
Elastizitätsmodul	N/mm ²	65000
Ausdehnungskoeffizient	10 ⁻⁶ /K	23,8
elktr. Leitfähigkeit	m/(Ωmm ²)	36...37,8
Zugfestigkeit ¹	N/mm ²	40...180
Bruchdehnung ¹	%	4...50

¹ abhängig vom Behandlungszustand

Quelle: Bargel/Schulze
Aluminium und -legierungen
4 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

97268fi

>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Unlegiertes Aluminium

Unlegiertes Aluminium (DIN 573-ff)

Gitterstruktur: kfz
Verarbeitungseigenschaften: gut kalt- und warmumformbar

Gebrauchseigenschaften:

- gute Korrosionsbeständigkeit gegen oxidierende Medien (z.B. HNO₃)
→ Deckschichtbildung (Al₂O₃) an Luft
- unbeständig gegen Alkalien (z.B. Baukalk, Mörtel)
- geringe Beimengungen an Fremdatomen verschlechtern die Korrosionsbeständigkeit

Aluminium und -legierungen
5 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Unlegiertes Aluminium

Zulässige Beimengungen im unlegierten Aluminium (1xxx)

Kurz- zeichen	Zulässige Beimengungen in %				
	einzel.	Si	Fe	Ti	Cu
EN AW-Al 99,98	0,003	0,006	0,006	0,003	0,003
EN AW-Al 99,5	0,03	0,25	0,4	0,05	0,05
EN AW-Al 99	0,05	Si + Fe 1,0		0,05	0,05

Quelle: DIN EN 573-3
Aluminium und -legierungen
6 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

97269fi
>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Unlegiertes Aluminium

Anwendung

Künstliche Erzeugung porenfreier Deckschichten durch:

- elektrolytische Oxidation (Eloxieren)
- gleichmäßige, dichte glasklare Schichten
- durch Zusätze Einfärbung möglich

Anwendungen:

- Reinstaluminium:
Folien, Reflektoren, Tuben
- Hüttenaluminium:
Fensterrahmen, Profile, Rohrleitungen, Überlandleitungen
- Umschmelzaluminium: Gebrauchsgegenstände

Aluminium und -legierungen
7 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>


>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering


Aluminium und -legierungen

Anwendung

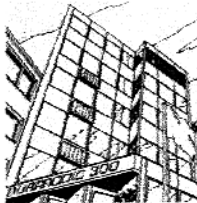
Verpackung



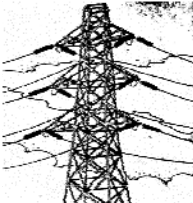
Verkehr




Bauwesen




Freileitungen



Maschinenbau



Haushalt



Aluminium und -legierungen
8 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

97271fi
>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Anwendung



Gedrückte
Aluminiumreflektoren für
verschiedene
Einsatzbereiche.

Quelle: König/Klocke
Aluminium und -legierungen
9 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

98002bra
>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Eigenschaften

- nicht aushärtbar: → Mischkristallhärtung z.B. durch Mg, Zn
- aushärtbar: → Ausscheidungshärtung z.B. durch Cu

Knetlegierungen = umformbar
Gusslegierungen = nicht umformbar

Aluminium und -legierungen
10 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen
Eigenschaften

Aluminium, mindestens 99,00 % und höher1xxx (Serie 1000)

Aluminiumlegierungen, unterteilt nach den Hauptlegierungselementen

Kupfer	2xxx (Serie 2000)
Mangan	3xxx (Serie 3000)
Silicium	4xxx (Serie 4000)
Magnesium	5xxx (Serie 5000)
Magnesium und Silicium	6xxx (Serie 6000)
Zink	7xxx (Serie 7000)
sonstige Elemente	8xxx (Serie 8000)
nicht verwendete Serie	9xxx (Serie 9000)

Quelle: IN EN 573-1

Aluminium und -legierungen
11 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen
Knetlegierungen
(DIN 573-ff)

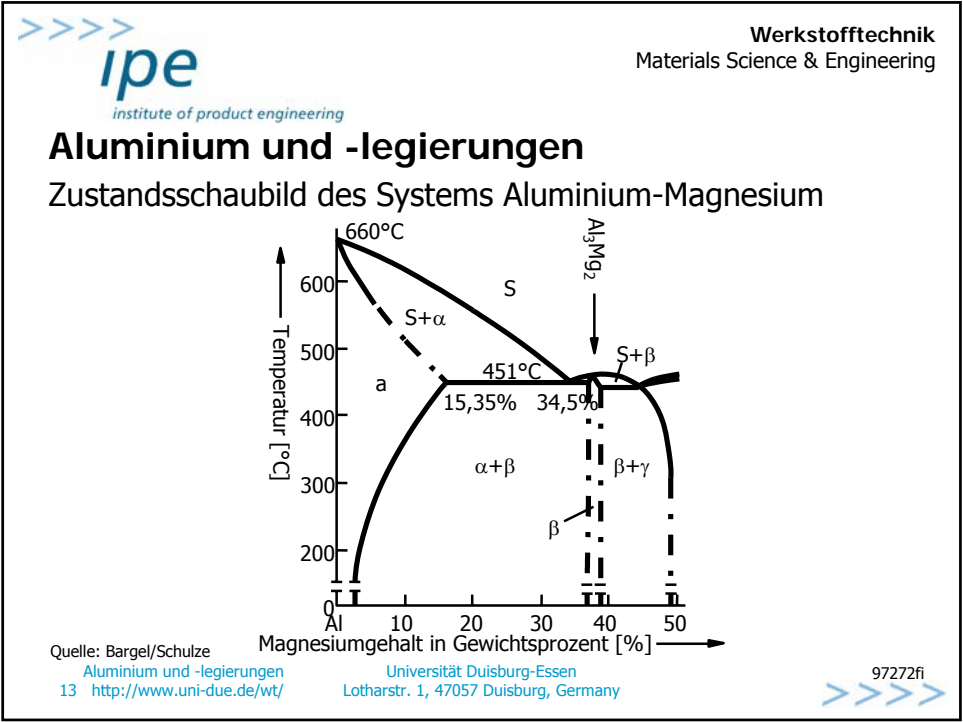
AlMg: (5xxx)

- **nicht aushärtbar**
- Al_3Mg_2 scheidet sich bevorzugt an Korngrenzen aus
 - Versprödung
 - Verschlechterung der Korrosionsbeständigkeit
- Mg nur als Mischkristallhärter

Aluminium und -legierungen
12 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>



>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Knetlegierungen

AlMg: (nicht aushärtbar)

Eigenschaften:

- schweißgeeignet
- gut umformbar
- gut eloxierbar
- seewasserbeständig
- Festigkeit bis 300 MPa

Anwendung:

- AlMg2: Bleche für Fassaden
- AlMg4,5Mn (EN AW 5083): Profile
- AlMg3 (EN AW 5754): Fahrzeugbau

AlMg3 (EN AW 5754) F
F = Zustand nicht weiter definiert

AlMg3 (EN AW 5754) H112
H = kaltverfestigt

— **H112** Gilt für Erzeugnisse, die durch Warmumformung oder ein begrenztes Maß an Kaltumformung eine bestimmte Verfestigung erlangen können, und für die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften vorliegen.

Quelle: DIN EN 515

Aluminium und -legierungen
14 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen
Knetlegierungen

AlCuMg: (2xxx)

aushärtbar wg. Al_2Cu -Ausscheidungen

Lösungsglühen: 500°C – 540°C, Abschrecken

Auslagern:

RT-200°C

→ GP-Zonen (Θ'' -Teilchen)

9-36h bei 160°C – 190°C

→ kohärente (Θ' -Teilchen)

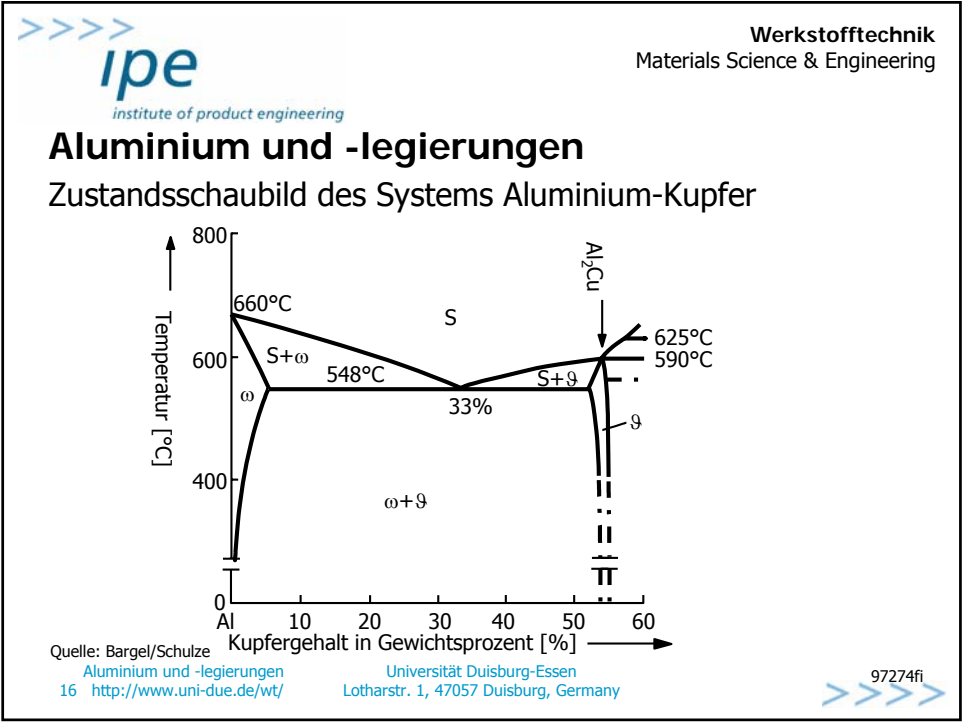
> 200°C

→ inkohärente (Θ -Teilchen)

Aluminium und -legierungen
15 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>



>>>>

ipe

institute of product engineering

Werkstofftechnik

Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Knetlegierungen

AICuMg: (2xxx)

▪ Festigkeiten bis 450 MPa

▪ Dehngrenzen bis 290 MPa

▪ wegen Cu geringere Korrosionsbeständigkeit

▪ z.B. EN AW-2024, EN AW-AICu4Mg1, Zustand T4

T4 Lösungsgeglüht⁴⁾ und kaltausgelagert auf einen weitgehend stabilen Zustand

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die nach dem Lösungsglühen nicht kaltumgeformt werden, oder bei denen sich der durch Glätten oder Richten bedingte Kaltumformungseffekt nicht auf die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften auswirkt.

Quelle: DIN EN 515

Aluminium und -legierungen

17 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen

Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>

>>>>

ipe

institute of product engineering

Werkstofftechnik

Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Knetlegierungen

AlMgSi: (6xxx)

aushärtbar durch Mg₂Si

T6 Lösungsgeglüht⁴⁾ und warmausgelagert

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die nach dem Lösungsglühen nicht kaltumgeformt werden, oder bei denen sich der durch Glätten oder Richten bedingte Kaltumformungseffekt nicht auf die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften auswirkt.

Quelle: DIN EN 515

▪ Festigkeiten: bis 320 MPa

▪ Dehngrenzen: bis 110 MPa kaltausgelagert T4

bis 240 MPa warmausgelagert T6

▪ korrosionsbeständig

▪ schweißgeeignet

➤ Lösungsglühen bei 530°C

➤ Warmauslagern 18h bei 160°C

warmausgelagert und kaltverfestigt T8

→ hohes Verhältnis von Festigkeit/el.Leitfähigkeit

Aluminium und -legierungen

18 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen

Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>

9

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Anwendung - Knetlegierungen



**Strangpreßprofile aus EN AW-AlMg0,7Si (EN AW 6063 T4)
für den Fahrzeugbau**

Aluminium und -legierungen
19 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

97273fi
>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Knetlegierungen

AlZnMg: (7xxx)
aushärtbar durch $MgZn_2$

- Festigkeiten bis 350 MPa
- korrosionsbeständig
- schweißgeeignet
- Lösungsglühen bei 480°C
- Warmauslagern 24h bei 120°C


z.B. EN AW 7020 T651 (EN AW-AlZn4,5Mg1)

Lösungsgeglüht, durch kontrolliertes Recken entspannt (Reckgrad: stranggepreßte Stangen, Profile und Rohre 1 % bis 3 %, gezogene Rohre 0,5 % bis 3 %) und warmausgelagert. Die Erzeugnisse werden nach dem Recken nicht nachgerichtet. Quelle: DIN EN 515

Aluminium und -legierungen
20 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>



institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen

Knetlegierungen


AlZnMgCu: (7xxx)
aushärtbar


- Festigkeiten bis 520 MPa

kaltverfestigt und warmausgelagert
→ Reißlängen bis 25 km ($R_m = 1900 \text{ MPa}$ bei Stahl nötig)

Aluminium und -legierungen
21 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany





institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen


Definition der Reißlänge

Reißlänge R = Länge eines Körpers, der unter seinem Eigengewicht reißt
$$R = R_m / (\rho \cdot g)$$

Reißlänge:	R	[m]
Zugfestigkeit:	R_m	[MPa]
Dichte:	ρ	[Mg/m ³]
Erdbeschleunigung:	g	[m/s ²]

Aluminium und -legierungen
22 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany



>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen
Anwendungen - Knetlegierungen



Kleinteile aus Kupfer, Messing und Aluminium:

Aus Stangen oder Band durch Spanen oder Umformen hergestellt.

Quelle: Werkfoto Täfler
Aluminium und -legierungen
23 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

97252fi
>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen
Anwendungen - Knetlegierungen



Gedrückte ein- und zweiteilige Aluminiumfelgen

Quelle: König/Klocke
Aluminium und -legierungen
24 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

98003bra
>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen
Gusslegierungen

DIN EN 1706, 1998

Eutektikum Al-Si (heute 9 - 17 % Si): (4xxx)

Sandguss G = Bauteil durch Sandform vorgegeben

- langsame Abkühlgeschwindigkeit
- Veredelung mit 0,1 % Na für feinkörniges Gefüge
- Unterkühlung unter T_{eut} möglich
- Verschiebung des Eutektikums zu höheren Si- Gehalten

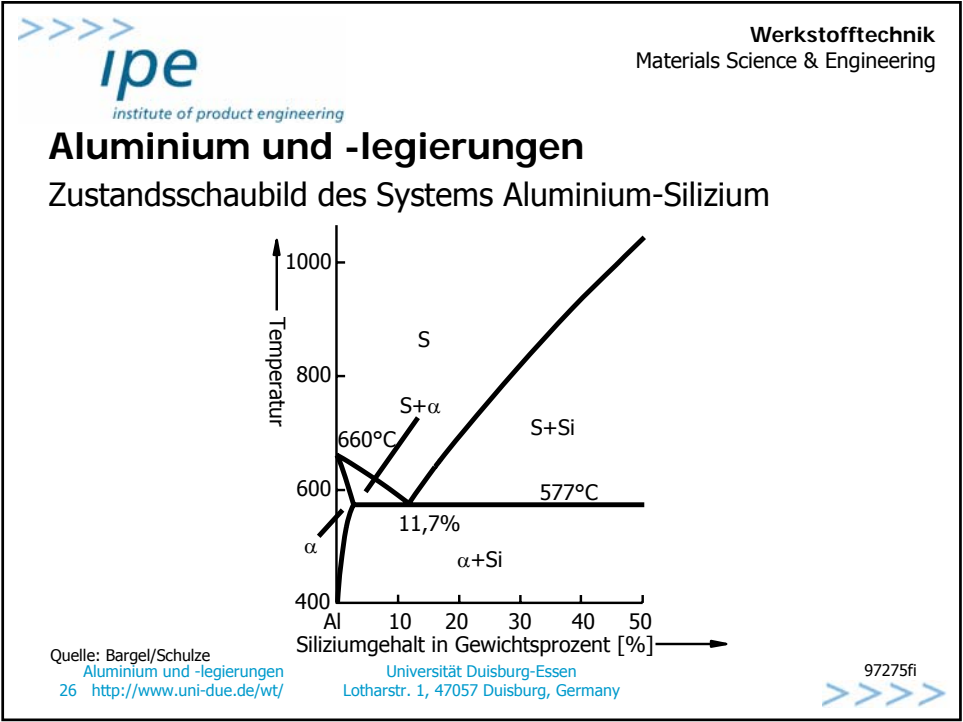
Kokillenguss GK = Teile der Form aus Kühleisen → dort schnellere Abkühlung


Druckguss GD = gesamte Form aus Metall

Aluminium und -legierungen
25 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>

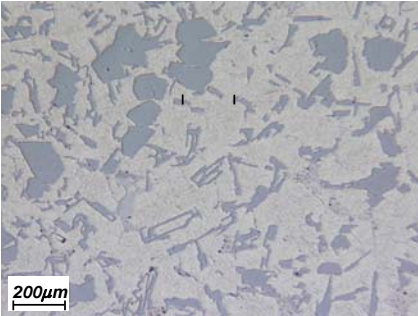
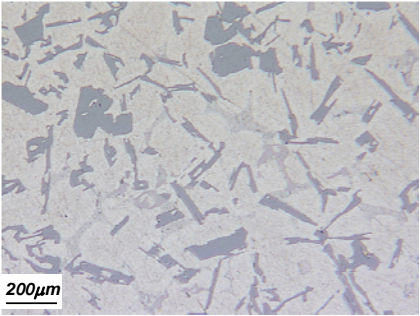




ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering


Aluminium und -legierungen
Gefüge von EN AC-46000, EN AC-Al Si9Cu3(Fe)
(früher GD-ALSi9Cu3 (3.2163))



Aluminium und -legierungen
27 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

97108fi
>>>>



ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen
Gusslegierungen

AlSiMg: (EN AC-41xxx, 42xxx, 43xxx)

Eigenschaften:

- wegen Gasgehalt → Poren
- Sandguss schweißgeeignet
- Kokillenguss bedingt schweißgeeignet
- Druckguss nicht schweißgeeignet

AlSiCu aushärtbar (EN AC 45xxx, 46xxx, 47xxx)

Dehngrenzen bis 200 MPa

Aluminium und -legierungen
28 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen
Anwendungen - Gußlegierungen

Motorblock aus EN AC-47000, EN AC-Al Si12(Cu),
(früher: **GK-ALSi12(Cu)** 3.2583)



Quelle: Honsel
Aluminium und -legierungen
29 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

97276fi
>>>>

>>>>
ipe
institute of product engineering

Werkstofftechnik
Materials Science & Engineering

Aluminium und -legierungen
Anwendungen - Gußlegierungen



Gehäuse für Filmprojektor aus
EN AC-47100 EN AC-ALSi12Cu1(Fe)
(früher: **GD-ALSi12(Cu)** 3.2982)

leicht durch:

- a) Al-Legierung
- b) dünnwandige Druckgussausführung

Aluminium und -legierungen
30 <http://www.uni-due.de/wt/>

Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 1, 47057 Duisburg, Germany

97277fi
>>>>