

Hüttenaluminium Gußlegierungen

- 2 Hüttenaluminium-Gußlegierungen und Know-how
- 3 Lieferformen, Kennzeichnung
- 4/5 Publikationen

- 6/7 Kundenberatung und Entwicklung
- 8/9 Zusammensetzungen
- 10 Anwendungsgebiet
- 11 Kennzeichnende Eigenschaften
- 12/13 Legierungsauswahl anhand von Tabellen

- 14/15 Mechanische Eigenschaften
 - 16 Dauerfestigkeit von Aluminiumgußstücken
 - 17 Technologische Eigenschaften
- 18/19 Physikalische Eigenschaften
- 20/21 Eigenschaften bei tiefen und hohen Temperaturen
- 22/23 Mechanische Eigenschaften unter verschiedenen Einflüssen
- 23 Weitere Eigenschaften

- 24/26 Kornfeinung
- 27/31 Veredelung
- 32/35 Ursachen schlechter Schmelzequalität, die zu Gußfehlern führen
- 36/37 Reinigung von Aluminium-Gußlegierungsschmelzen
- 38/39 Schmelzeprüfung

- 40/45 Warmaushärtung, Wärmebehandlung für Sonderzwecke, Selbstaushärtung
- 46/47 Korrosion und Korrosionsschutz
 - 48 Spanende Bearbeitung von Aluminiumguß
- 49/51 Schweißkonstruktionen mit Gußstücken
- 52/59 31 Gründe, Aluminiumguß anzuwenden

Anwendungsbeispiele

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 60 Anticorodal-04 61 Anticorodal-50 62/63 Anticorodal-70 64 Anticorodal-71 65 Anticorodal-78 dv 66/67 Anticorodal-72
 68/69 Silafont-30 70/71 Silafont-36 72 Silafont-09 73 Silafont-13 74 Silafont-20 75 Silafont-70 | <ul style="list-style-type: none"> 76/77 Unifont-90 78 Unifont-94
 79 Peraluman-30 80 Peraluman-50 81 Peraluman-56
 82/83 Magsimal-59
 84/85 Alufont-52 86 Alufont-47
 87 Aluman-16 |
|---|--|

Hüttenaluminium-Gußlegierungen und Know-how

Aluminium Rheinfelden GmbH

Mit ihr begann die Geschichte des Aluminiums in Deutschland. Das erste Laufkraftwerk Europas verhalf im Jahre 1898 zur Gründung der ersten Aluminium-Elektrolysehütte auf deutschem Boden, im badischen Rheinfelden.

Die Aluminium Rheinfelden GmbH, ursprünglich Produzent von Rohaluminium, ist heute auf vier Geschäftsfeldern tätig:

- **Hüttenaluminium-Gußlegierungen**
Überall dort, wo Stahlkonstruktionen oder Eisenguß durch den leichten Aluminiumguß abgelöst werden kann, ist RHEINFELDEN aktiv. RHEINFELDEN bietet Ihnen auch Gußwerkstoffe an, deren technologische Eigenschaften mit Stahl vergleichbar sind.
- **Fließpreßhalbzeug**
Butzen, Ronden und Zuschnitte aus Reinaluminium in einer Vielzahl von Abmessungen sind Vormaterial für Tuben, Dosen und Behälter sowie für technische Anwendungen.
- **VACONO**
Anlagen und Komponenten zur Minimierung der Emission von leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen aus Lagertanks und beim Umschlag.
- **Carbon Products Division**
Anoden und Kathodenmaterialien für die Aluminiumindustrie, Soederbergmassen für die Herstellung von hochreinen Ferrolegerungen, Spezialstampfmassen und gaskalziniertes Anthrazit.

Gußlegierungsanbieter mit umfassendem Service

Kompetente Kundenberatung, marktbezogenes Handeln - von der Ermittlung der Kundenbedürfnisse bis zum planmäßigen Einsatz der Produkte in der Praxis - und hoher Aufwand an Forschung und Entwicklung führten vom Rohaluminium-Produzenten zum spezialisierten Gußlegierungs-Produzenten.

Unterstützt vom eigenen, hochwertig ausgerüsteten Gußwerkstoff-Technikum, setzte RHEINFELDEN folgende Marksteine:

- die Einführung eisenarmer Hüttenaluminium-Gußlegierungen, welche schon bald fester Bestandteil der Gußlegierungsnormen wurden und aufgrund besserer mechanischer Eigenschaften, die Anwendung von Aluminiumguß hervorragend förderten
- selbstaushärtende Legierungen mit dem Markennamen Unifont für Gußstücke, die ohne Wärmebehandlung hohe mechanische Festigkeitswerte erreichen
- die Innovation gegossener Automobileräder, deren einzigartiger Erfolg maßgeblich von RHEINFELDEN gefördert wurde: durch die Schaffung wichtiger technischer Voraussetzungen, d.h. die Optimierung von Gießverfahren, die Entwicklung spezieller Legierungen und die werkstoffgerechte Beratung der Konstrukteure
- die Förderung der Dauerveredelung durch Strontium, ohne die Niederdruck-Kokillenguß kaum denkbar wäre, die sich aber auch im Schwerkraft-Kokillenguß und zunehmend im Sandguß bewährt
- Hüttenaluminium-Druckgußlegierungen hoher Reinheit zur Herstellung von Druckgußstücken mit sehr guter Duktilität (Magsimal-59, Silafont-09 und Silafont-36), höchster Druckfestigkeit (Unifont-94) und hervorragender Korrosionsbeständigkeit (Magsimal-59)

Nehmen also auch Sie die Beratung durch unsere Fachingenieure und die Möglichkeiten unseres Gußwerkstoff-Technikums in Anspruch. Wir beraten in Fragen der Anwendung von Aluminiumguß und der Gußstückkonstruktion sowie der Legierungswahl, des Schmelzens, der Anschnitt- und Speisertechnik, der Wärmebehandlung und des Korrosionsverhaltens. Wir helfen bei der Überwindung von Gießschwierigkeiten und der Aufklärung von Ausschußursachen und vermitteln Kenntnisse über spanabhebende Bearbeitung, Konstruktions-schweißen und Oberflächenbehandlung.

Metallanalysen, mikroskopische Gefügeuntersuchungen, mechanische Festigkeitsmessungen führen wir für Sie durch. Außerdem steht Ihnen eine umfassende Reihe an Informationsschriften, Ver- und Bearbeitungsmerkbältern zur Verfügung.

Bitte ziehen Sie Ihren Nutzen aus unserem umfangreichen, Ihnen anschließend vorgestellten Lieferprogramm. Unsere Hüttenaluminium-Gußlegierungen tragen die geschützten Markennamen:

Anticorodal®	Ac
Silafont®	Sf
Alufont®	Af
Magsimal®	Ma
Peraluman®	Pe
Unifont®	Uf
Aluman®	Am

Wir erweitern gerne unseren Lieferumfang um Ihre eigenen Spezifikationen. Hüttenähnliche- und Sekundär-Aluminiumlegierungen runden unser Lieferprogramm ab.

Lieferformen

Hüttenaluminium-Gußlegierungen werden in 2 Masselformen und als Flüssigmetall geliefert:

Form HSG

Diese Masseln werden im Horizontal-Strang-Guß gefertigt.
Gewicht ~ 5kg

Form Zweiteiler

Hüttenaluminium-Gußlegierungen
Gewicht ~ 5 kg

Die Hüttenaluminium-Gußlegierungen werden auf Fußstützen, gegossen aus der gleichen Legierung, als Einfachstapel von 500-700 kg oder Doppelstapel von 1000-1400 kg geliefert.

Flüssigmetall

RHEINFELDEN liefert Hüttenaluminium-Gußlegierungen auch flüssig in Thermo-tiegeln und erspart dadurch dem Verbraucher Schmelzenergie, Lagerhaltung, Emissionen und Investitionen.



Kennzeichnung

Der Lieferschein beinhaltet die gemittelte Ist-Analyse der Charge für die von der Norm oder vom Kunden vorgegebenen Legierungsbestandteile.

Stapel-Kennzeichnung

Jeder Einzel- oder Doppelstapel erhält ein Informationsfeld mit den Markennamen, bzw. Legierungsgruppe-Bezeichnung, der internen Werkstoffnummer, Chargennummer, dem Stapelgewicht und auf Kundenwunsch eine Farbmarkierung. Die Chargennummer setzt sich zusammen aus Jahresangabe in der Dekade und fortlaufender Produktionsnummer. Maschinenlesbare Barcodes können auf dieses Feld aufgedruckt sein.

Chg-Nr. 306223

Anticorodal-78 dv

Gewicht 1079,0 kg



Qualität hat einen Namen: ISO 9001

Über allem steht die Qualität! Diesen Wertbegriff verstehen wir in RHEINFELDEN als ganzheitlich gültige Richtlinie, die das gesamte Leistungsspektrum prägt.

RHEINFELDEN ist deshalb stolz darauf, der erste Produzent von Hüttenaluminium-Gußlegierungen zu sein, der nach ISO 9001 auditiert wurde.

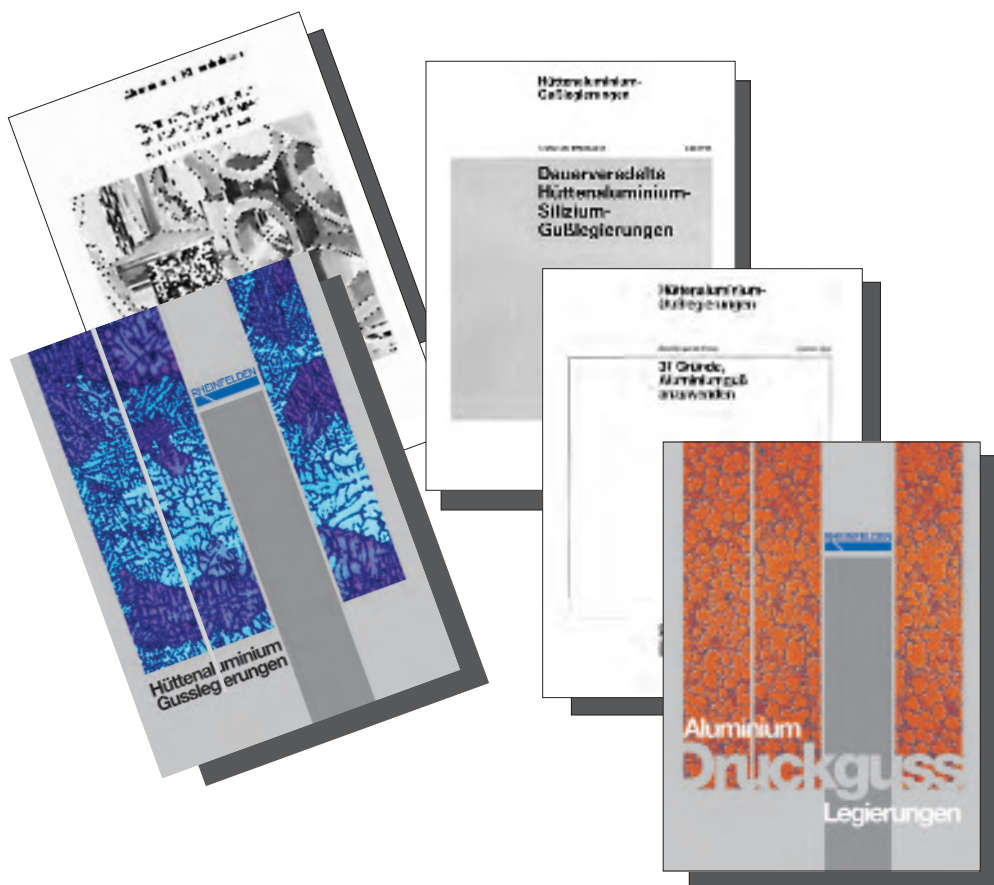


Das Zertifikat der Schweizerischen Vereinigung für Qualitätssicherung bestätigt, daß RHEINFELDEN die strengsten Anforderungen der europäischen und internationalen Qualitätsnormen erfüllt.

Firmenpolitik:

Wir wollen unsere Kunden mit überzeugenden Produkten zufriedenstellen. Wir lösen mit unserem anwendungsorientierten Know-how und den hochwertigen Hüttenaluminium-Gußlegierungen ihre spezifischen Probleme. Die partnerschaftliche, auf längere Sicht angelegte Zusammenarbeit mit unseren Kunden, verbunden mit einer marktgerechten Preispolitik, sind Bausteine unseres Markterfolges.

Publikationen



Code

Hüttenaluminium-Gußlegierungen	Handbuch
	Leporelle
Aluminium-Druckgußlegierungen	Handbuch
Ductile Aluminium Pressure Die Casting	Prospekt

Diese Publikationen können Sie bei unserer Kundenberatung mit Angabe der Code-Nummer bestellen:

Aluminium Rheinfelden GmbH
 Rheinfelden ALLOYS
 Verkauf und Kundenberatung
 Friedrichstraße 80
 79618 Rheinfelden · Germany
 Telefon +49 76 23 93-490
 Telefax +49 76 23 93-546
 E-Mail: wkw@alrheinfelden.com
 Internet: www.alrheinfelden.com

Verarbeitungsmerkblätter		
Anticorodal-04	Ac-04	507
Anticorodal-50	Ac-50	504
Anticorodal-70/72	Ac-70, Ac-72	501
Anticorodal-71	Ac-71	508
Silafont-30	Sf-30	511
Silafont-36	Sf-36	518
Silafont-09	Sf-09	516
Silafont-13	Sf-13	513
Silafont-20	Sf-20	512
Silafont-70	Sf-70	515
Unifont-90	Uf-90	531
Unifont-94	Uf-94	532
Peraluman-30/36	Pe-30, Pe-36	541
Peraluman-50/56	Pe-50, Pe-56	542
Magsimal-59	Ma-59	545
Alufont-52	Af-52	521
Alufont-47	Af-47	522
Alufont-48	Af-48	523
Rotoren-Aluminium	RB	551

Berichte aus der Praxis zum Aluminiumguß-Werkstoff	Code
Eigenschaften eisenarmer Aluminium-Silizium-Gußlegierungen	622
Induktives Schmelzen von Aluminium-Silizium-Gußlegierungen für duktile Sicherheitsbauteile	631
Producing Low-iron Ductile Aluminium Die Casting in Silafont-36	630
Erfahrungen aus der Serienproduktion von druckgegossenen Lenkradskeletten in der Legierung Magsimal-59	632
Dauerveredelte Aluminium-Gußlegierungen vereinfachen die Schmelz- und Gießtechnik bei Sandguß	614
Das Fließverhalten erstarrender Aluminium-Gußwerkstoffe als wesentliche Größe für den Fehlerbefall am Gußstück	
Gießbarkeit verschiedener Aluminiumgußlegierungen im Niederdruck-Kokillengießverfahren und mechanische Eigenschaften der Gußstücke	612
Qualitätsorientierte Schmelzprüfung in der Aluminiumgießerei	623
 Berichte aus der Praxis mit Aluminium-Anwendung	
Hüttenaluminium-Gußlegierungen für hochbeanspruchbare Druckgußstücke	602
Gelungene Gußkonstruktionen aus Hüttenaluminium-Gußlegierungen	618
Erfahrungen und Merkmale beim Gießen von Aluminium-Automobilrädern	613
Duktile Aluminium-Silizium-Gußlegierungen für Automobilsicherheitsteile	625
Aluminiumguß im Fahrzeugbau	621
Sicherheitsbauteile aus Aluminiumguß	624
Aluminiumguß für Schweißkonstruktionen mit Aluminium-Knetwerkstoffen und für Drehgestell-Konstruktionen im Schienenfahrzeugbau	607
Aluminiumguß als Werkstoff für Schweißkonstruktionen	620
Geschweißter Aluminiumguß im Kraftfahrzeugbau	619
Aluminiumguß im Kraftfahrzeugbau	608
Gewichtsreduzierung durch Aluminiumguß	609
Automobiltechnik - Leichtbaupotential durch hochwertigen Aluminiumguß	615
Radsatzlagergehäuse in Aluminium-Leichtbau	617
31 Gründe, Aluminiumguß anzuwenden	629
Experience of three years producing Low-iron Ductile Pressure Die Castings	633
Des alliages d'aluminium de fonderie sous pression à basse teneur en fer pour la substitution de composants en tôle d'acier en construction automobile, Silafont-36, Magsimal-59	634
 Berichte aus der Praxis zur Aluminium-Bearbeitung	
Wirtschaftlicher Vergleich der spanenden Bearbeitung von Hüttenaluminium-Gußwerkstoff und Eisenwerkstoff	603
Entwicklungen bei den Bearbeitungswerkzeugen und -maschinen für Aluminiumguß	604
Richtwertangaben für spanende Bearbeitung von Aluminiumguß	605
Maßnahmen zur Lösung von Spanungsproblemen bei Aluminiumguß	606
Rationalisierung durch Aluminiumguß aus Hüttengußlegierungen und durch moderne Fertigungstechnologien	611
 Kundenberatung und Entwicklung	
Hochwirksame Dauerkornfeinung für unter- und übereutektische AlSi-Gußlegierungen	802
Duktile Druckgußlegierung mit geringem Eisengehalt, Silafont-36	803
Neuentwickelte Druckgußlegierung mit ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften im Gußzustand, Magsimal-59	804
Eigenschaften und Anwendung der neuen Druckgußlegierung aus rezykliertem Primär-Aluminium, Magsimal-R	805

Kundenberatung und Entwicklung

Um einen leistungsstarken Kundenservice und die marktorientierte Weiterentwicklung unserer Gußlegierungen zu gewährleisten, unterhalten wir in RHEINFELDEN ein Gußwerkstoff-Technikum.

Dieses ist organisatorisch der Kundenberatung zugeordnet und befindet sich in unmittelbarer Nähe unserer Gußlegierungsproduktion.

Der Faktor Zeit spielt bei den gießtechnischen Problemen unserer Kunden eine immer wichtigere Rolle. Daher ist von großer Bedeutung, Einrichtungen zur Verfügung zu haben, die es gestatten, Probleme experimentell schnell zu lösen bzw. neue Erkenntnisse umgehend in die Produktion einfließen zu lassen.



Horizontal-Strangguß-Masseln beim Einschmelzen.

Ziele unserer Entwicklungsarbeit

Das Gußwerkstoff-Technikum unterstützt die Kundenberatung und führt Entwicklungsprojekte mit folgenden Zielen durch:

- Optimieren der mechanischen und gießtechnischen Eigenschaften unserer Hüttenaluminium-Gußlegierungen
- Legierungsentwicklung unter Berücksichtigung der entsprechenden Gießverfahren
- Zusammenarbeit mit Konstrukteuren zur werkstoffgerechten Anwendung unserer Gußlegierungen incl. Bauteilprüfung
- Vereinfachung der metallurgischen Arbeiten in den Gießereien unserer Kunden

Schmelzen, Gießen, Wärmebehandeln

Die umfangreiche Ausstattung unseres Gußwerkstoff-Technikums ist abgestimmt auf die breite Palette von Aufgabenstellungen. So stehen für das Schmelzen und Gießen ein Mittelfrequenz-Induktionsofen, mehrere elektrisch beheizte Widerstandsöfen und ein gasbefeuertes Tiegelofen bereit. Die Chargengewichte bewegen sich zwischen 2 und 300 kg, so daß von der kleinen Laborschmelze bis zu größeren Probestücken, z.B. für Versuchsabgüsse beim Kunden, ein breites Spektrum von Chargengewichten und Legierungszusammensetzungen angeboten werden kann.

Die Schmelzebehandlung und Reinigung bestimmen die Qualität der Schmelze. Besondere Beachtung findet der Keimzustand und Veredelungsgrad der Schmelze, die mit den im Hause entwickelten Prüfgeräten eingestellt werden.

Eine moderne Druckgußmaschine mit 400 t Schließkraft erweitert die bisherige Möglichkeit der Werkstoffuntersuchung für den Sand- und Kokillengußbereich. An unserer Druckgußmaschine können bestehende Druckgußformen installiert werden. Durch die schnelle Legierungsvariation im Gußwerkstoff-Technikum kann eine rasche Optimierung der Gußstückeigenschaften erreicht werden.

Programmierbare Luftumwälzöfen ermöglichen frei einstellbare Parameter für Lösungsglühn und Warmauslagerung von Gußstücken. Dadurch können die erforderlichen Wärmebehandlungsparameter ermittelt werden.



Schmelzebehandlung am Induktions-Tiegelofen.



Probeformen für Sandgußlegierungen.



Programmierbarer Lösungsglühofen.

Metallographie und Analytik

In der Metallographie werden Gefügeuntersuchungen, Entwicklungsarbeiten und Gußstückbegutachtungen durchgeführt. Für die Dokumentation und Archivierung der Untersuchungsergebnisse steht ein Fotolabor zur Verfügung.

Das zur Qualitätssicherung in der Gußlegierungsproduktion eingesetzte Spektralanalyse-Labor kann auch von unseren Kunden genutzt werden.

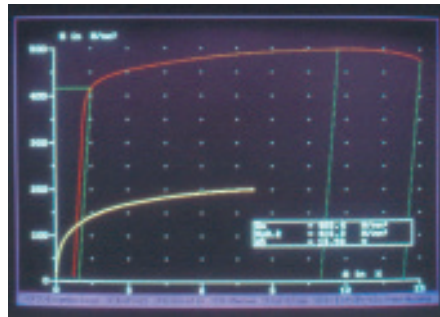
Gußwerkstoffprüfung

Zur Einrichtung unseres Werkstoffprüflabors gehört neben anderen Prüfeinrichtungen auch eine PC-gesteuerte 200 kN Universal-Zugprüfmaschine. Die Maschine dient zur Ermittlung der mechanischen Eigenschaften an separat gegossenen oder aus Gußstücken entnommenen Probestäben. Ein vergrößerter Lastrahmen der Prüfmaschine ermöglicht Bauteilprüfungen. Die Prüfprotokolle werden automatisch in einer Werkstoffdatenbank abgelegt und können projektbezogen abgerufen werden.

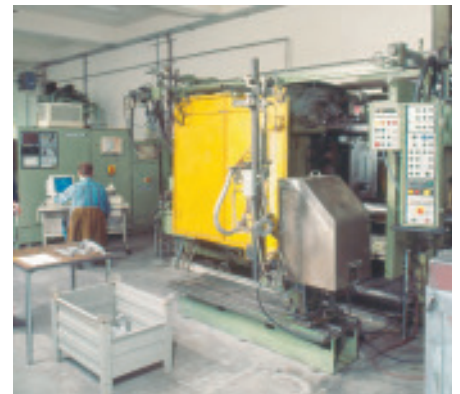
Für weitergehende Untersuchungen, z.B. dynamische Werkstoff- und Bauteilprüfung, Warmfestigkeit, Korrosionsverhalten, quantitative Gefügeanalyse oder elektronenoptische Untersuchungen (Rasterelektronen-Mikroskop, Mikrosonde etc.) kann auf spezialisierte Institute zurückgegriffen werden.



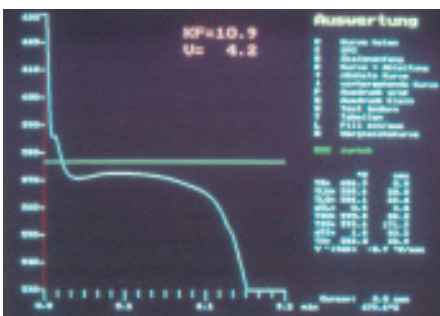
Metallographie mit Dokumentation.



Auswertung von Festigkeitsuntersuchungen.



Druckgußmaschine.



Auswertung einer Thermoanalyse.

Zusammensetzungen

Legierungen von gleichbleibend hoher Reinheit sind eine Voraussetzung zur Fertigung von Gußstücken hoher Güte. Das Qualitätssystem von RHEINFELDEN gewährleistet die Einhaltung dieser Reinheit.

Die Hauptlegierungsbestandteile sind fett ausgedrückt. Alle anderen Angaben sind Höchstgehalte an Begleitelementen. Die von RHEINFELDEN gelieferten Legierungen haben teilweise engere Bereiche der Legierungsbestandteile und tiefere Gehalte an Verunreinigungen als nach Norm festgelegt. Dadurch ist gute Gleichmäßigkeit im Gießverhalten und den anderen Eigenschaften gewährleistet.

Es gilt die europäische Norm EN 1676, für legiertes Aluminium in Masseln.

Die numerische Legierungsbezeichnung richtet sich nach der europäischen Norm (EN). Legierungen ohne diese Bezeichnungen sind nicht in der EN enthalten.

Legierungen mit Sonderzusammensetzungen können nach Vereinbarung hergestellt werden.

Bei Aluminium-Silizium-Legierungen kann auf Wunsch anstatt des körnigen Gefüges ein veredeltes Gefüge mit Natrium (anveredelt oder vorveredelt) oder Strontium (dauerveredelt) eingestellt werden. Dieses Angebot wird deutlich gemacht durch die Bezeichnung (Na/Sr) in der letzten Spalte.

Legierungskennzeichnung		
Markenname	Numerische Bezeichnung	Chemische Bezeichnung
Anticorodal-04		AlSi0,5Mg
Anticorodal-50		AlSi5Mg
Anticorodal-70	42 100	AlSi7Mg0,3
Anticorodal-71		AlSi7Mg0,3
Anticorodal-72	42 200	AlSi7Mg0,6
Anticorodal-78 dv	42 100	AlSi7Mg0,3
Silafont-30	43 300	AlSi9Mg
Silafont-32 dv		AlSi9Mg1
Silafont-36		AlSi9MgMn
Silafont-09	44 400	AlSi9
Silafont-13		AlSi11
Silafont-20	44 000	AlSi11Mg
Silafont-70	48 000	AlSi12CuNiMg
Silafont-90		AlSi17Cu4Mg
Silafont-92		AlSi18CuNiMg
Unifont-90		AlZn10Si8Mg
Unifont-94		AlZn10Si8Mg
Peraluman-30	51 100	AlMg3(a)
Peraluman-36		AlMg3Si
Peraluman-50	51 300	AlMg5
Peraluman-56	51 400	AlMg5Si
Peraluman-57		AlMg5SiCu
Magsimal-59		AlMg5Si2Mn
Alufont-36	45 100	AlSi5Cu3Mg
Alufont-47	21 000	AlCu4MgTi
Alufont-48		AlCu4MgAgTi
Alufont-52	21 100	AlCu4Ti
Alufont-57		AlCu4NiMg
Alufont-60		AlCu5NiCoSbZr
Rotoren-Al 99,5R		Al99,5
Rotoren-Al 99,7R		Al99,7
Aluman-16		AlMn1,6

Zusammensetzungen [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
0,3- 0,6	0,8	0,01	0,01	0,3-0,6	0,07	0,01	
5,0- 6,0	0,15	0,02	0,10	0,4-0,8	0,10	0,05-0,20	
6,5- 7,5	0,15	0,02	0,10	0,30-0,45	0,07	0,10-0,18	(Na/Sr)
6,5- 7,5	0,15	0,01	0,01	0,30-0,45	0,07	0,01	(Na/Sr)
6,5- 7,5	0,15	0,02	0,05	0,50-0,70	0,07	0,10-0,18	(Na/Sr)
6,5- 7,5	0,15	0,02	0,05	0,30-0,45	0,07	0,10-0,18	Sr
9,0-10,0	0,15	0,02	0,05	0,30-0,45	0,07	0,15	(Na/Sr)
9,0-10,0	0,15	0,02	0,05	0,8-1,3	0,07	0,15	Sr
9,5-11,5	0,15	0,03	0,5-0,8	0,1-0,5	0,10	0,15	Sr
9,5-10,6	0,4	0,02	0,4	0,05	0,10	0,10	
10,0-13,5	0,15	0,02	0,05	0,05	0,07	0,15	(Na/Sr)
10,0-11,8	0,15	0,02	0,05	0,10-0,45	0,07	0,15	(Na/Sr)
11,0-13,5	0,15	0,8-1,3	0,05	0,9 -1,3	0,10	0,10	0,8 -1,3 Ni
16,0-18,0	0,3	4,0-5,0	0,15	0,5 -0,6	0,10	0,20	
17,0-19,0	0,3	0,8-1,3	0,05	0,8 -1,3	0,10	0,10	0,8 -1,3 Ni
8,5- 9,5	0,15	0,03	0,10	0,3-0,5	9,0-10,0	0,15	(Na/Sr)
8,5- 9,5	0,4	0,03	0,4	0,3-0,5	9,0-10,0	0,10	
0,45	0,15	0,02	0,01-0,4	2,7-3,5	0,10	0,01-0,15	Be
0,9-1,3	0,15	0,02	0,01-0,4	2,7-3,5	0,10	0,01-0,15	Be
0,30	0,15	0,02	0,01-0,4	4,8-5,5	0,10	0,01-0,15	Be
0,9-1,3	0,15	0,02	0,01-0,4	4,8-5,5	0,10	0,01-0,15	Be
0,9-1,5	0,15	0,4-0,6	0,01-0,4	4,8-5,5	0,10	0,01-0,20	Be
1,8-2,6	0,2	0,05	0,5-0,8	5,0-6,0	0,07	0,20	Be
4,7-6,0	0,15	2,7-3,5	0,1	0,20-0,50	0,10	0,01-0,20	
0,15	0,15	4,2-5,0	0,10	0,20-0,35	0,07	0,15-0,25	
0,05	0,10	4,0-5,0	0,01-0,5	0,15-0,35	0,05	0,15-0,35	0,4 - 1,0 Ag
0,15	0,15	4,2-5,2	0,01-0,5	0,03	0,07	0,15-0,25	
0,30	0,30	3,8-4,2	0,10	1,3-1,6	0,10	0,01-0,20	1,8 - 2,2 Ni
0,20	0,30	4,5-5,2	0,1-0,3	0,10	0,10	0,15-0,30	1,3 - 1,7 Ni 0,10 - 0,40 Co 0,10 - 0,30 Zr 0,10 - 0,30 Sb
0,30	0,40	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02Mn+Ti+V+Cr	0,02%
0,20	0,25	0,01	0,02	0,02	0,07	0,02Mn+Ti+V+Cr	0,02%
0,15	0,90	0,03	1,4-1,6	0,05	0,10	0,15	

Anwendungsgebiet

- S Sandguß
K Kokillenguß
D Druckguß
- ausgezeichnet
● sehr gut
● gut
○ ausreichend
○ bedingt
– nicht angewandt

Markenname	Eignung für			Anwendungsgebiet
	S	K	D	
Anticorodal-04	○	○	○	Für Gußstücke mit hoher elektrischer Leitfähigkeit.
Anticorodal-50	●	○	–	Maschinenbau, Nahrungsmittel- und Chemieindustrie, Armaturen- und Apparatebau, Feuerlöschwesen, Schiffbau, Haushaltsgeräte, Architektur.
Anticorodal-70	●	●	–	Maschinenbau, Fahrzeug- und Flugzeugindustrie, Schiffbau, Elektrotechnik und Elektromaschinenbau, Maschinen zur Lebensmittelverarbeitung.
Anticorodal-71	●	●	–	Für Gußstücke mit hoher elektrischer Leitfähigkeit. Elektrotechnik und Elektromaschinenbau.
Anticorodal-72	●	●	–	Maschinenbau, Fahrzeug- und Flugzeugindustrie, Schiffbau, Elektrotechnik und Elektromaschinenbau, Maschinen für die Landwirtschaft, Lebensmittelindustrie.
Anticorodal-78 dv	●	●	–	Maschinenbau, Fahrzeug- und Flugzeugindustrie, Schiffbau, Elektrotechnik und Elektromaschinenbau, Maschinen zur Lebensmittelverarbeitung.
Silafont-30	●	●	–	Maschinenbau, Kraftfahrzeug- und Motorenbau, Textilmaschinen, Elektromaschinen, Klimaanlage.
Silafont-32 dv	–	●	–	Maschinenbau, Kraftfahrzeug- und Motorenbau.
Silafont-36	–	–	●	Kraftfahrzeugbau, Transportwesen, Maschinenbau.
Silafont-09	–	–	●	Gehäuseteile, Optik, großflächige Apparateile, Nahrungsmittelindustrie, Leuchtungskörper.
Silafont-13	●	●	–	Maschinenbau; für jede Art von komplizierten, druckdichten, schwingungs- und schlagfesten Konstruktionselementen, Kraftfahrzeugrädern.
Silafont-20	●	●	–	Gußstücke mit komplizierter Gestalt; mechanisch hoch beanspruchte, druckdichte, schwingungsfeste Teile aller Art, Pkw-, Lkw- und Motorrad-Räder.
Silafont-70	●	●	–	Kolben für Verbrennungsmotoren, Zahnräder, Gleitlager, Pumpenteile. Teile, die in der Wärme hohen Festigkeitsbeanspruchungen unterworfen sind.
Silafont-90	○	○	○	Gußstücke, die höchsten Verschleißbeanspruchungen unterworfen sind. Mehrzylinder-Motorengehäuse für Kfz- und Schiffbauindustrie.
Silafont-92	○	○	–	Kolben- und Zylinderlegierung für Kfz- und Schiffbauindustrie. Teile, die hohen Verschleiß- und in der Wärme hohen Festigkeitsbeanspruchungen unterworfen sind.
Unifont-90	●	●	–	Maschinenbau, Fahrzeugbau, Modellbau, Hydraulikguß, Haushaltsgeräte, Textilmaschinen, Wehrtechnik, Formenbau.
Unifont-94	–	–	●	Maschinenbau, Fahrzeugbau, Haushaltsgeräte.
Peraluman-30	○	○	–	Dekorativ anodisch oxidierte Teile, Baubeschläge, Schiffsaufbauten, Nahrungsmittelindustrie, Metallmöbel, Optik, Kunstguß.
Peraluman-50	○	○	–	Korrosionsbeständige Teile für Chemie- und Nahrungsmittelindustrie, Armaturen- und Apparatebau, Schiffbau, Feuerlöschwesen, Bauwesen, Kunstguß.
Peraluman-36	○	○	–	Korrosionsbeständige Teile für Chemie- und Nahrungsmittelindustrie, Armaturen- und Apparatebau, Schiffbau, Feuerlöschwesen, Bauwesen, Kunstguß.
Peraluman-56	○	○	–	Motorenbau und Gußstücke für Einsatz bei erhöhter Temperatur. Luftgekühlte Dieselmotorenköpfe.
Peraluman-57	○	○	–	Motorenbau und Gußstücke für Einsatz bei erhöhter Temperatur. Luftgekühlte Dieselmotorenköpfe.
Magsimal-59	–	–	●	Sicherheitsteile im Fahrzeugbau, im Gußzustand verwendbar; für stabile und dynamisch beanspruchte Konstruktionen, auch Schweißkonstruktionen mit Aluminiumprofilen.
Alufont-36	●	●	–	Zylinderköpfe und Motorenbau, Hydraulikguß, Maschinenbau.
Alufont-47	○	○	–	Hochbeanspruchte Teile aller Art, sofern Korrosionseigenschaften kein Hindernis sind. Flugzeug- und Fahrzeugbau, Hochspannungsschalter, Textilmaschinen, Wehrtechnik.
Alufont-48	○	○	–	Hochbeanspruchte Teile aller Art, sofern Korrosionseigenschaften kein Hindernis sind. Flugzeug-, Schienen- und Fahrzeugbau, Wehrtechnik, Maschinenbau.
Alufont-52	●	○	–	Hochbeanspruchte Teile aller Art, sofern Korrosionseigenschaften kein Hindernis sind. Maschinenbau, Fahrzeug- und Textilindustrie, Wehrtechnik.
Alufont-57	○	○	–	Kolben für Verbrennungsmotoren, Zylinderköpfe und hochwarmfeste Motorblöcke.
Alufont-60	○	–	–	Für hoch warmfeste Gußstücke, insbesondere für hohe thermische Wechselbeanspruchung. Wehrtechnik.
Rotoren-Al 99,5R	●	○	○	Ausgießen der Rotorenpakete von Käfigankermotoren.
Rotoren-Al 99,7R	●	○	○	Elektrische Kontakt- und Leitstücke.
Aluman-16	○	○	○	Kühlerbau, Nahrungsmittelindustrie.

Kennzeichnende Eigenschaften

Kennzeichnende Eigenschaften

Mittlere Festigkeit und Härte. Beste Korrosionsbeständigkeit, sehr gut schweißbar und dekorativ anodisierbar, ausgenommen bei Druckguß. Ausgezeichnete Witterungs- und sehr gute Meerwasserbeständigkeit; gute mechanische Eigenschaften im Gußzustand, sehr gute nach Warmaushärtung; sehr gute Polierbarkeit und Spanbarkeit, besonders im warmausgehärteten Zustand. Gut schweißbar.
Universallegierung mit sehr guten mechanischen Eigenschaften, hervorragender Korrosionsbeständigkeit, sehr guter Schweißbarkeit und sehr guten Spannungseigenschaften.
Hohe Festigkeit und Härte. Sehr gute Gießeigenschaften, sehr gute Korrosionsbeständigkeit, sehr gut schweißbar und spanbar.
Legierung mit sehr guten mechanischen Eigenschaften, hervorragender Korrosionsbeständigkeit, sehr guter Schweißbarkeit und sehr guten Spannungseigenschaften. Höherer Mg-Gehalt wie Anticorodal-70, damit höhere Festigkeit und Härte bei tieferer Dehnung.
Speziell für Sandguß dauerveredelte Legierung mit sehr guten mechanischen Eigenschaften, hervorragender Korrosionsbeständigkeit, sehr guter Schweißbarkeit und sehr guten Spannungseigenschaften.
Eine der wichtigsten aushärtbaren AlSi-Gußlegierungen mit sehr guten Gießeigenschaften und hervorragender Korrosionsbeständigkeit. Hohe Festigkeitswerte nach Warmaushärtung. Ausgezeichnet schweißbar, sehr gut spanbar.
Gut gießbare Kokillengußlegierung mit höchster Härte und Bauteilstabilität nach Wärmebehandlung. Ausgezeichnet schweißbar, sehr gut spanbar. Höherer Mg-Gehalt wie Silafont-30.
Ausgezeichnet gießbare Druckgußlegierung, sehr gute Dehnung im Gußzustand, höchste Dehnung nach Wärmebehandlung. Sehr gute Korrosionsbeständigkeit, gut polierbar, sehr gut spanbar.
Bördelbare Druckgußlegierung mit sehr guten Gießeigenschaften. Sehr gute Korrosionsbeständigkeit gegen Witterung und Wasser.
Naheutektische AlSi-Universallegierung mit mittleren Festigkeitseigenschaften, hoher Dehnung und Schlagzähigkeit. Ausgezeichnet gießbar, sehr gute Korrosionsbeständigkeit, ausgezeichnet schweißbar. Guter Glanz nach mechanischem Polieren.
Naheutektische aushärtbare AlSi-Legierung mit hohen Festigkeitseigenschaften. Hervorragende Korrosionsbeständigkeit gegen Witterung und Wasser. Ausgezeichnet schweißbar. Spanbarkeit nach Aushärtung gut. Besonders gute Zähigkeitseigenschaften bei Silafont-20 dv.
Durch Vollaushärtung werden sehr hohe Werte für Zugfestigkeit, Dehngrenze und Härte erreicht. Gute mechanische Eigenschaften bei höheren Temperaturen. Gute Spannungseigenschaften. Verminderte Korrosionsbeständigkeit. Gute Lauf- und Gleiteigenschaften, verschleißfest.
Übereutektische AlSi-Legierung mit hoher Verschleißfestigkeit und sehr guten mechanischen und physikalischen Eigenschaften. Gut gießbar, eingeschränkte Korrosionsbeständigkeit wegen des höheren Kupfergehaltes.
Übereutektische AlSi-Legierung mit hoher Verschleißfestigkeit. Sehr gute mechanische Eigenschaften auch bei höheren Temperaturen. Verminderte Korrosionsbeständigkeit wegen des Gehaltes an Kupfer und Nickel.
Selbstaushärtende Legierung mit sehr guten Festigkeits- und Dehnungseigenschaften besonders im Niederdruck-Kokillenguß. Sehr gute mechanische Polierbarkeit und Spanbarkeit. Gut schweißbar. Härtet nach Wärmebeanspruchung wieder aus. Gießeigenschaften wie Sf-13.
Selbstaushärtende Druckgußlegierung für Druckgußstücke mit hohen Druckspannungen, jedoch nicht mit statischen Zugspannungen.
Ausgezeichnete chemische Beständigkeit, besonders gegen Meerwasser. Hervorragend geeignet für dekorative anodische Oxidation, hervorragender Glanz nach mechanischem Polieren. Sehr gute Werte an Bruchdehnung und Schlagzähigkeit. Anspruchsvolle Gießtechnik.
Aushärtbare Legierung mit mittleren Festigkeitseigenschaften bei hoher Bruchdehnung. Ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit, sehr guter Glanz nach mechanischem Polieren. Ausgezeichnet spanbar. Anspruchsvolle Gießtechnik.
Aushärtbare warmfeste Legierung mit geringer Thermoschockempfindlichkeit für Kokillen- und Sandguß mit guten mechanischen Eigenschaften.
Druckgußlegierung mit hervorragenden mechanischen und dynamischen Eigenschaften bei dünnen Wanddicken. Sehr gut schweißbar, geeignet für Stanznieten. Sehr hohe Korrosionsbeständigkeit, ausgezeichnete mechanische Polierbarkeit und gute Spanbarkeit.
Aushärtbare, ausgezeichnet gießbare Legierung mit guter Warmfestigkeit und Warmhärte. Eingeschränkte Korrosionsbeständigkeit.
Hochfeste Legierung für Kalt- und Warmaushärtung. Sehr gute Zähigkeitseigenschaften nach Kaltaushärtung. Ausgezeichnet spanabhebend bearbeitbar. Hoher Glanz nach mechanischem Polieren. Bei Vollaushärtung Neigung zur Spannungsrißkorrosion.
Aluminiumgußlegierung mit höchsten Werten für Zugfestigkeit, Dehngrenze und Härte, kombiniert mit ausgezeichneter Dehnung. Werte durch Modifizieren der Warmauslagerung in weiten Grenzen variierbar. Ausgezeichnet spanbar, sehr gute Poliereigenschaften, gut schweißbar.
Hochfeste Legierung für Teil- und Warmaushärtung. Ausgezeichnet spanbar, sehr gute Poliereigenschaften, gut schweißbar, eingeschränkte Korrosionsbeständigkeit. Mechanische Werte in weiten Grenzen variierbar durch Modifizieren der Warmauslagerung.
Aushärtbare Legierung mit guter Warmfestigkeit und Warmhärte. Sehr gute Spannungseigenschaften, eingeschränkte Korrosionsbeständigkeit.
Aushärtbare Legierung mit sehr guter Warmfestigkeit. Gute Kriechfestigkeit bis + 200 °C. Eingeschränkte Korrosionsbeständigkeit wegen des Gehaltes an Kupfer und Nickel.
Gute Verarbeitbarkeit durch ausgewogene Zusammensetzung. Keine wesentliche Neigung zu Warmrissen. Ausgezeichnete chemische Beständigkeit und besonders gute elektrische Leitfähigkeit und hohe Wärmeleitfähigkeit. Geringe Dehngrenze und Härte.
Hartlötbare Legierung mit eingeschränkter Gießbarkeit im Kokillenguß.

Legierungsauswahl anhand von Tabellen

Die Tabellen sollen dem Konstrukteur die Wahl der geeigneten Gußlegierung für das zu erstellende Gußstück erleichtern. Sie enthalten die Angaben über 0,2%-Dehngrenze, Bruchdehnung und Korrosionsbeständigkeit.

Die Werte zeigen die Leistungsfähigkeit der Legierungen auf und können bei entsprechendem gießtechnischen Aufwand im Gußstück oder in dessen Teilbereichen erreicht werden.

Sandguß, Gußzustand

		0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]		
		60 - 120	90 - 160	200 - 230
Bruchdehnung A_5 [%]	0,5 - 3		Silafont-70 Silafont-20	Unifont-90 T1
	3 - 6	Anticorodal-70/78 dv Silafont-30 Peraluman-30/36 Peraluman-50	Anticorodal-50 Peraluman-56	
	6 - 13	Silafont-13		

Sandguß wärmebehandelt

		0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]		
		90 - 160	160 - 300	300 - 450
Bruchdehnung A_5 [%]	0,3 - 3	Peraluman-56 T6	Anticorodal-50 T6 Anticorodal-72 T6 Silafont-20 T6 Silafont-70 T6	
	2 - 5		Anticorodal-70/78 dv T6 Silafont-30 T6 Peraluman-36 T6	Alufont-47 T6 Alufont-48 T6 Alufont-52 T6
	4 - 18	Anticorodal-70/78 dv T64 Silafont-13 O Peraluman-30 T6	Anticorodal-50 T4 Alufont-47 T4 Alufont-48 T64 Alufont-52 T64	

Kokillenguß, Gußzustand

		0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]		
		70 - 100	90 - 180	180 - 260
Bruchdehnung A_5 [%]	0,5 - 2			Silafont-70 Silafont-90
	2 - 6	Peraluman-36	Anticorodal-50 Anticorodal-70 Silafont-30 Peraluman-56 Alufont-36	Unifont-90 T1
	6 - 20	Peraluman-30	Silafont-13 Silafont-20 Peraluman-50	

Behandlungszustand

O	geglüht
T1	selbstausgehärtet
T4	kaltausgehärtet
T6	warmausgehärtet
T64	teilausgehärtet
T7	überaltert

Nähere Angaben zu den Behandlungszuständen siehe Tabelle Seite 43.

Kokillenguß wärmebehandelt

Bruchdehnung A_5 [%]	0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]		
	120 - 200	200 - 300	300 - 450
0,5 - 4		Anticorodal-50 T6	Silafont-70 T6 Silafont-90 T6 Alufont-36 T6
4 - 8	Anticorodal-50 T4 Peraluman-36 T6 Peraluman-56 T6	Anticorodal-70/78 dv T6 Anticorodal-72 T64 Silafont-30 T6 Silafont-20 T6 Alufont-36 T4	Alufont-47 T6 Alufont-48 T6 Alufont-52 T6
8 - 12	Anticorodal-70/78 dv T64 Silafont-13 O Peraluman-30 T6	Alufont-47 T4 Alufont-52 T64	

Druckguß

Bruchdehnung A_5 [%]	0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]		
	80 - 120	120 - 220	220 - 280
0,4 - 1			Silafont-90
1 - 5			Unifont-94 T1
5 - 20	Anticorodal-04 Silafont-36 T4 Aluman-16	Silafont-09 Silafont-36 T7 Magsimal-59	Silafont-36 T6

Korrosionsbeständigkeit

Korrosionsbeständigkeit	Gießbarkeit			
	mittel	gut	sehr gut	ausgezeichnet
mit Oberflächen-schutz	Alufont-47 u. 48 Alufont-52, 57 u. 60 Silafont-90 u. 92 Peraluman-57	Silafont-70 Alufont-36		
gegen Witterung			Silafont-30 Unifont-90 Unifont-94	Silafont-13 Silafont-20 Silafont-09 Silafont-36
gegen Meerwasser	Anticorodal-04 Peraluman-30 u. 36 Peraluman-50 u. 56	Anticorodal-50 Anticorodal-70/78dv Anticorodal-71 Anticorodal-72	Magsimal-59	

Mechanische Eigenschaften

Die in der folgenden Übersicht aufgeführten mechanischen Eigenschaften beruhen auf eigenen Messungen an unseren Legierungen und liegen meistens über den Werten der europäischen Norm, welche die DIN 1725 / 2 ersetzt.

Die mechanischen Werte wurden für Sand- und Kokillenguß an getrennt gegossenen Probestäben und an Probestücken, den Gußstücken entnommen, ermittelt; bei Druckguß nur an Probestäben. Die angegebenen Bereiche der mechanischen Eigenschaften zeigen die

Leistungsfähigkeit der Legierungen und den werkstoff- und gießbedingten Streubereich auf. Der jeweilige Höchstwert dient dem Konstrukteur zur Information. Bei günstigen gießtechnischen Voraussetzungen und entsprechendem gießtechnischen Aufwand können diese

Markenname	Legierungsbezeichnung		Gießverfahren	Behandlungszustand	0,2%-Dehngrenze		Zugfestigkeit		Bruchdehnung		Brinellhärte		Biegewechsel-festigkeit *
	Numerische Bezeichnung	Chemische Bezeichnung			R _{p0,2} N/mm ²	R _m N/mm ²	A ₅ %	HB 5/250-30	σ _{bw} N/mm ²				
Anticorodal-04		AlSi0,5Mg	S	F	60 - 100 (50)	90 - 130 (80)	15 - 20 (10)	35 - 40 (35)					
			S ü	T7	160 - 180 (150)	190 - 210 (180)	3 - 5 (3)	70 - 75 (70)					
			K	F	80 - 120 (70)	100 - 140 (90)	18 - 22 (12)	40 - 45 (40)					
			K ü	T7	170 - 190 (150)	200 - 220 (190)	3 - 6 (3)	70 - 80 (70)					
			D	F	80 - 120	100 - 140	7 - 12	40 - 45					
Anticorodal-50		AlSi5Mg	S	F	100 - 130 (90)	140 - 180 (130)	2 - 4 (1)	60 - 70 (55)					60 - 65
			S ka	T4	150 - 180 (120)	200 - 270 (150)	4 - 10 (2)	75 - 90 (70)					70 - 75
			S wa	T6	220 - 290 (160)	260 - 320 (180)	2 - 4 (1)	95 - 115 (85)					70 - 75
			K	F	120 - 160 (100)	160 - 200 (140)	2 - 5 (1)	60 - 75 (60)					70 - 75
			K ka	T4	160 - 190 (130)	210 - 270 (170)	5 - 10 (3)	75 - 90 (70)					80 - 85
			K wa	T6	240 - 290 (180)	260 - 320 (190)	2 - 7 (1)	100 - 115 (90)					80 - 85
Anticorodal-70 Anticorodal-78 dv	42 100	AlSi7Mg0,3	S	F	80 - 140 (80)	140 - 220 (140)	2 - 6 (2)	45 - 60 (45)					
			S ta	T64	120 - 170 (120)	200 - 270 (200)	4 - 10 (4)	60 - 80 (55)					
			S wa	T6	220 - 280 (200)	240 - 320 (240)	3 - 6 (2,5)	80 - 110 (80)					90 - 100
			K	F	90 - 150 (90)	180 - 240 (180)	4 - 9 (2)	55 - 70 (50)					
			K ta	T64	180 - 200 (140)	250 - 270 (220)	8 - 12 (5)	80 - 95 (80)					
			K wa	T6	220 - 280 (200)	290 - 340 (250)	5 - 9 (3,5)	90 - 125 (90)					
Anticorodal-71		AlSi7Mg0,3	S ü	T7	160 - 200 (150)	220 - 250 (210)	2 - 4 (2)	70 - 80 (70)					
			K ü	T7	160 - 200 (150)	220 - 250 (210)	4 - 6 (3)	70 - 80 (70)					
Anticorodal-72	42 200	AlSi7Mg0,6	S wa	T6	220 - 280 (220)	250 - 320 (250)	1 - 2 (1)	90 - 110 (90)					90 - 110
			K ta	T64	210 - 240 (150)	290 - 320 (230)	6 - 8 (3)	90 - 100 (90)					
			K wa	T6	240 - 280 (220)	320 - 350 (270)	4 - 6 (2,5)	100 - 115 (100)					110 - 115
Silafont-30	43 300	AlSi9Mg	S	F	80 - 140 (80)	160 - 220 (150)	2 - 6 (2)	50 - 70 (50)					65 - 75
			S wa	T6	200 - 310 (180)	250 - 330 (220)	2 - 5 (2)	80 - 115 (75)					80 - 100
			K	F	90 - 150 (90)	180 - 240 (180)	2 - 9 (2)	60 - 80 (60)					80 - 100
			K ta	T64	180 - 210 (140)	250 - 290 (220)	6 - 10 (3)	80 - 90 (80)					
			K wa	T6	210 - 310 (190)	290 - 360 (240)	4 - 7 (2)	90 - 120 (90)					90 - 110
Silafont-32 dv		AlSi9Mg1	K wa	T6	240 - 310 (230)	320 - 400 (300)	2 - 4 (1)	110 - 120 (105)					
Silafont-36		AlSi9MgMn	D	F	120 - 150	250 - 290	5 - 11	75 - 95					80 - 90
			D aw	T5	155 - 245	275 - 340	4 - 9	90 - 110					
			D ka	T4	95 - 140	210 - 260	15 - 22	60 - 75					80 - 90
			D wa	T6	210 - 280	290 - 340	7 - 12	100 - 110					80 - 90
			D ü	T7	120 - 170	200 - 240	15 - 20	60 - 75					80 - 90
Silafont-09	44 400	AlSi9	D	F	120 - 180	240 - 280	5 - 10	60 - 80				60 - 70	
Silafont-13		AlSi11	S	F	80 - 120 (70)	150 - 210 (150)	7 - 13 (6)	50 - 60 (45)					55 - 70
			S g	0	80 - 120 (70)	150 - 210 (150)	9 - 15 (8)	50 - 60 (45)					85 - 100
			K	F	80 - 150 (80)	170 - 240 (160)	7 - 16 (6)	45 - 60 (45)					70 - 90
			K g	0	110 - 150 (100)	180 - 240 (160)	10 - 18 (10)	55 - 65 (50)					90 - 110
Silafont-20		AlSi11Mg	S	F	80 - 140 (70)	170 - 220 (170)	2 - 4 (1,5)	50 - 60 (50)					65 - 75
			S wa	T6	120 - 300 (110)	200 - 320 (200)	1 - 3 (0,5)	65 - 120 (55)					90 - 120
			K	F	80 - 130 (80)	180 - 230 (180)	3 - 16 (5)	55 - 75 (55)					80 - 100
			K wa	T6	125 - 320 (120)	210 - 350 (210)	4 - 15 (3)	70 - 125 (70)					100 - 120
Silafont-70	48 000	AlSi12CuNiMg	S	F	120 - 170 (110)	130 - 180 (120)	0,5 - 1,5 (0,5)	80 - 90 (80)					75 - 85
			S wa	T6	200 - 300 (190)	220 - 300 (200)	0,3 - 1,0 (0,3)	140 - 160 (140)					95 - 105
			S st	T5	140 - 190 (140)	160 - 190 (160)	0,2 - 1,0 (0,2)	80 - 90 (80)					
			K	F	190 - 260 (180)	200 - 270 (190)	1,0 - 2,5 (0,5)	90 - 105 (90)					80 - 90
			K wa	T6	320 - 390 (280)	350 - 400 (300)	0,5 - 2,0 (0,5)	150 - 160 (145)					100 - 110
			K st	T5	185 - 210 (150)	200 - 230 (180)	0,5 - 2,0 (0,5)	90 - 110 (90)					
Silafont-90		AlSi17Cu4Mg	K	F	170 - 225 (160)	180 - 235 (170)	0,4 - 0,9 (0,3)	110 - 120 (110)					
			K wa	T6	270 - 360 (260)	280 - 370 (270)	0,4 - 0,8 (0,3)	140 - 160 (130)					90 - 125
			K ü	T7	260 - 315 (250)	270 - 320 (260)	0,2 - 0,5 (0,2)	130 - 145 (120)					
			K st	T5	160 - 225 (160)	165 - 230 (165)	0,4 - 0,8 (0,3)	105 - 115 (110)					
			D st	T5	220 - 265	230 - 295	0,5 - 1,0	110 - 120					
Silafont-92		AlSi18CuNiMg	K	F	165 - 200 (155)	175 - 210 (165)	0,3 - 0,8 (0,2)	90 - 110 (85)					
			K st	T5	170 - 200 (170)	180 - 220 (180)	0,2 - 0,7 (0,2)	90 - 120 (90)					

Werte auch im Gußstück oder Teilbereichen davon erreicht werden. Einklammernte Zahlenwerte sind Mindestwerte im Gußstück mit Wanddicken bis zu 20 mm.

Durch Verunreinigung des Metalls, besonders durch erhöhte Eisengehalte,

werden die Eigenschaften der Aluminiumgußlegierungen beeinflusst.

Die von RHEINFELDEN gelieferten Hüttenaluminium-Gußlegierungen liegen im Eisengehalt unter 0,15 %, sofern nicht höhere Fe-Gehalte notwendig sind.

In den von uns gelieferten Legierungen sind die Analysengrenzen eng gefaßt, wodurch gute Gleichmäßigkeit im Gießverhalten und in den übrigen Eigenschaften gewährleistet ist.

Markenname	Legierungsbezeichnung		Gießverfahren	Behandlungszustand	0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm ²	Zugfestigkeit R_m N/mm ²	Bruchdehnung		Brinellhärte		Biege-wechselfestigkeit * σ_{bw} N/mm ²
	Numerische Bezeichnung	Chemische Bezeichnung					A_5 %	HB 5/250-30			
Unifont-90		AlZn10Si8Mg	S rl	T1	190 - 230 (170)	220 - 250 (180)	1 - 2	(1)	90 - 100	(90)	80 - 100
			K rl	T1	220 - 250 (220)	280 - 320 (230)	1 - 6	(1)	105 - 120	(95)	90 - 110
Unifont-94		AlZn10Si8Mg	D rl	T1	230 - 280	300 - 350	2 - 4		110 - 120		70 - 90
Peraluman-30	51 100	AlMg3(a)	S	F	70 - 100 (60)	170 - 190 (140)	4 - 8	(4)	50 - 60	(45)	70 - 80
			S wa	T6	140 - 160 (110)	200 - 240 (160)	6 - 8	(5)	65 - 75	(60)	75 - 85
			K	F	70 - 100 (70)	170 - 210 (150)	9 - 16	(6)	50 - 60	(50)	90 - 100
			K wa	T6	140 - 160 (110)	240 - 260 (180)	15 - 20	(12)	70 - 80	(70)	100 - 110
Peraluman-36		AlMg3Si	S	F	80 - 100 (70)	140 - 190 (130)	3 - 8	(3)	50 - 60	(45)	60 - 65
			S wa	T6	160 - 220 (140)	220 - 280 (180)	2 - 8	(2)	70 - 90	(65)	75 - 80
			K	F	70 - 100 (70)	160 - 210 (160)	6 - 14	(5)	50 - 65	(50)	70 - 80
			K wa	T6	160 - 220 (150)	250 - 300 (220)	5 - 15	(5)	75 - 90	(75)	80 - 90
Peraluman-50	51 300	AlMg5	S	F	100 - 120 (90)	190 - 250 (170)	10 - 15	(8)	55 - 70	(50)	60 - 80
			K	F	100 - 140 (100)	200 - 260 (180)	10 - 25	(8)	60 - 75	(55)	70 - 80
Peraluman-56	51 400	AlMg5Si	S	F	110 - 130 (100)	160 - 200 (140)	3 - 4	(2)	60 - 80	(55)	60 - 80
			S wa	T6	110 - 160 (110)	180 - 220 (160)	3 - 4	(2)	70 - 80	(65)	70 - 90
			K	F	110 - 150 (100)	180 - 240 (150)	3 - 5	(3)	65 - 85	(60)	70 - 80
			K wa	T6	110 - 160 (110)	210 - 260 (200)	3 - 18	(5)	75 - 85	(70)	70 - 90
Peraluman-57		AlMg5SiCu	S st	T5	160 - 180 (140)	170 - 210 (150)	0,5 - 2	(0,5)	70 - 80	(65)	60 - 70
			S wa	T6	190 - 210 (170)	230 - 250 (200)	2 - 4	(2)	85 - 95	(80)	
			K st	T5	160 - 190 (140)	210 - 260 (190)	2 - 3	(1,5)	80 - 90	(75)	70 - 75
			K wa	T6	190 - 200 (170)	280 - 310 (250)	6 - 10	(4)	90 - 100	(85)	
Magsimal-59		AlMg5Si2Mn	D 2 - 4 mm	F	160 - 220	310 - 340	12 - 18		> 80		
			D 4 - 6 mm	F	140 - 170	250 - 320	9 - 14		> 80		
			D 6 - 12 mm	F	120 - 145	220 - 260	8 - 12		> 70		
Alufont-36	45 100	AlSi5Cu3Mg	K	F	110 - 130 (100)	220 - 240 (180)	2 - 4	(1)	80 - 85	(80)	
			K ka	T4	180 - 260 (140)	270 - 370 (240)	3 - 7	(2)	85 - 110	(85)	
			K wa	T6	310 - 380 (200)	420 - 450 (280)	2 - 5	(1)	130 - 145	(110)	80 - 110
Alufont-47	21 000	AlCu4TiMg	S ka	T4	220 - 280 (180)	300 - 400 (240)	5 - 15	(3)	90 - 115	(85)	80 - 100
			S wa	T6	240 - 350 (220)	350 - 420 (280)	3 - 10	(1)	95 - 125	(90)	80 - 100
			K ka	T4	220 - 300 (200)	320 - 420 (280)	8 - 18	(5)	95 - 115	(90)	100 - 110
			K wa	T6	260 - 380 (220)	350 - 440 (300)	3 - 12	(2)	100 - 130	(95)	100 - 110
Alufont-48		AlCu4TiMgAg	S ta	T64	200 - 270 (180)	370 - 430 (320)	14 - 18	(7)	105 - 120	(100)	
			S wa	T6	410 - 450 (320)	460 - 510 (380)	3 - 7	(2)	130 - 150	(125)	80 - 100
			K wa	T6	410 - 460 (340)	460 - 510 (440)	5 - 8	(3)	130 - 150	(130)	100 - 110
Alufont-52	21 100	AlCu4Ti	S ta	T64	210 - 240 (180)	300 - 360 (260)	8 - 15	(4)	90 - 100	(90)	80 - 100
			S wa	T6	300 - 420 (280)	400 - 475 (350)	3 - 4	(2)	125 - 145	(120)	80 - 100
			K ta	T64	210 - 250 (190)	360 - 400 (300)	12 - 20	(10)	90 - 120	(90)	100 - 110
			K wa	T6	310 - 400 (300)	420 - 475 (400)	7 - 16	(4)	130 - 145	(130)	100 - 110
Alufont-57		AlCu4NiMg	S wa	T6	180 - 200 (160)	220 - 270 (180)	0,3 - 0,8	(0,3)	90 - 110	(80)	70 - 80
			K wa	T6	200 - 220 (180)	240 - 320 (200)	0,3 - 1,0	(0,3)	90 - 125	(80)	70 - 80
Alufont-60		AlCu5NiCoSbZr	S ü	T7	145 - 165 (140)	180 - 220 (180)	1 - 1,5	(1)	85 - 95	(85)	90 - 100
			S st	T5	160 - 180 (160)	180 - 200 (180)	1 - 1,5	(1)	80 - 90	(80)	90 - 100
Rotoren-Al 99,5R		Al99,5	K	F	20 - 40	60 - 110	35 - 50		14 - 25		40 - 50
Rotoren-Al 99,7R		Al99,7	D	F	20 - 40	80 - 120	10 - 25		15 - 25		
Aluman-16		AlMn1,6	D	F	90 - 120	160 - 180	8 - 15		40 - 60		

Die Angaben zum Gießverfahren benutzen folgende Abkürzungen:

S Sandguß
K Kokillenguß
D Druckguß

Behandlungszustand

bisher	neu	Beschreibung
g	F	Gußzustand
rl	O	geglüht
ka	T1	selbstaushärtet
st/aw	T4	kaltausgehärtet
wa	T5	stabilisiert
ta	T6	warmausgehärtet
ü	T64	teilaushärtet
	T7	überaltert

Nähere Angaben zu den Behandlungszuständen siehe Tabelle Seite 45.

*Wichtige Hinweise zu den Angaben der Biege-wechselfestigkeit sind im Kapitel Dauerfestigkeit von Aluminiumgußstücken auf Seite 16 enthalten.

Dauerfestigkeit von Aluminiumgußstücken

Abhängigkeit von der Gefügestruktur

Die Gefügestruktur wird durch die Wahl der Legierung, deren Wärmebehandlung und bei AlSi-Legierungen auch durch die Gefügestrukturausbildung beeinflusst. Eine feine Verteilung oder Vermeidung heterogener Phasen, z.B. Silizium und Eisen ist anzustreben. Bei AlCu-Legierungen wirkt der Siliziumgehalt, bei AlSi-Legierungen ein

Eisengehalt über 0,16 % schwächend auf die Dauerschwingfestigkeit (Kapitel Diagramme ab Seite 22 und Abb. 1). Grobkörniges Gefüge und hohe Korngrenzenbelegung senken Kerbzähigkeit (K_C) und Dauerschwingfestigkeit (σ_W). Das Gießverfahren gibt die Erstarrungs- und Formfüllungsbedingungen vor, durch

welche auch das Auftreten von Poren, Lunkern und Oxiden beeinflusst wird. Eine kurze Erstarrungszeit führt zu feinerem Gefüge und somit zu einer markanten Erhöhung der Belastbarkeit bei Schwingbeanspruchung.

Beispielsweise kann ein gesondert gegossener, in 5 s erstarrter Kokillengußstab aus einer ausgehärteten AlSiMg-Gußlegierung eine Biege-wechselfestigkeit von $\sigma_{bw} = \pm 100 \text{ N/mm}^2$ bei einer Grenzschiwingspielzahl von $n = 50 \times 10^6$ ertragen, während bei Sandgußproben mit etwa 5 min Erstarrungszeit (30 mm Wanddicke) sie auf $\sigma_{bw} = \pm 30 \text{ N/mm}^2$ sinkt, um ohne Bruch auf gleiche Lebensdauer zu gelangen.

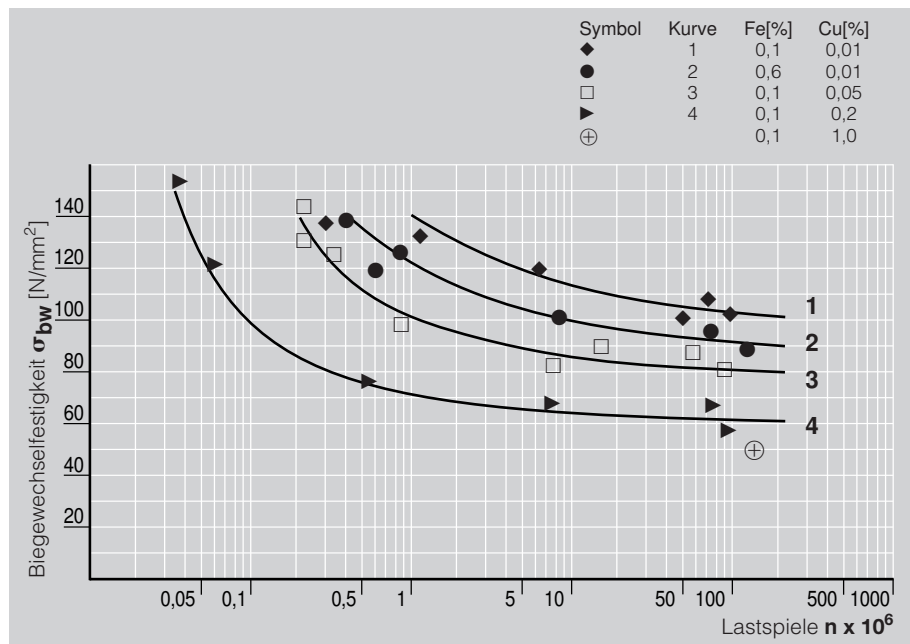


Abb. 1: Ergebnisse aus Biege-wechselfersuchen an Kokillengußproben aus Unifont-90, AlZn10Si8Mg mit unterschiedlichen Eisen- und Kupfergehalten.

Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit

Unter dem Begriff der Oberflächenbeschaffenheit ist zu verstehen:

- die gießverfahrensabhängige Oberflächenrauigkeit
- Gießfehler wie Warmrisse, Fließfiguren und Formstoffeinflüsse
- Kerbwirkungseinflüsse durch Korrosion oder mechanische Spannungsspitzen
- Oberflächenbeschichtungen

Kunstharzlack-Beschichtungen und polierte Oberflächen erhöhen, harte Oberflächenschichten, wie sie beim Anodisieren und Verchromen entstehen, senken die Wechselfestigkeit.

Abhängigkeit vom Beanspruchungsbereich

Ganz entscheidend hängt die Dauerschwingfestigkeit von dem Spannungsniveau (Druck-, Wechsel-, Zugbeanspruchung) ab. Die Maximalbelastbarkeit im Zugschwellbereich ($r = 0,7$) ist immer höher als im Wechselbereich ($r = -1$). Das nebenstehende Smith-Diagramm richtet sich nach DIN 50 100 (Abb. 2).

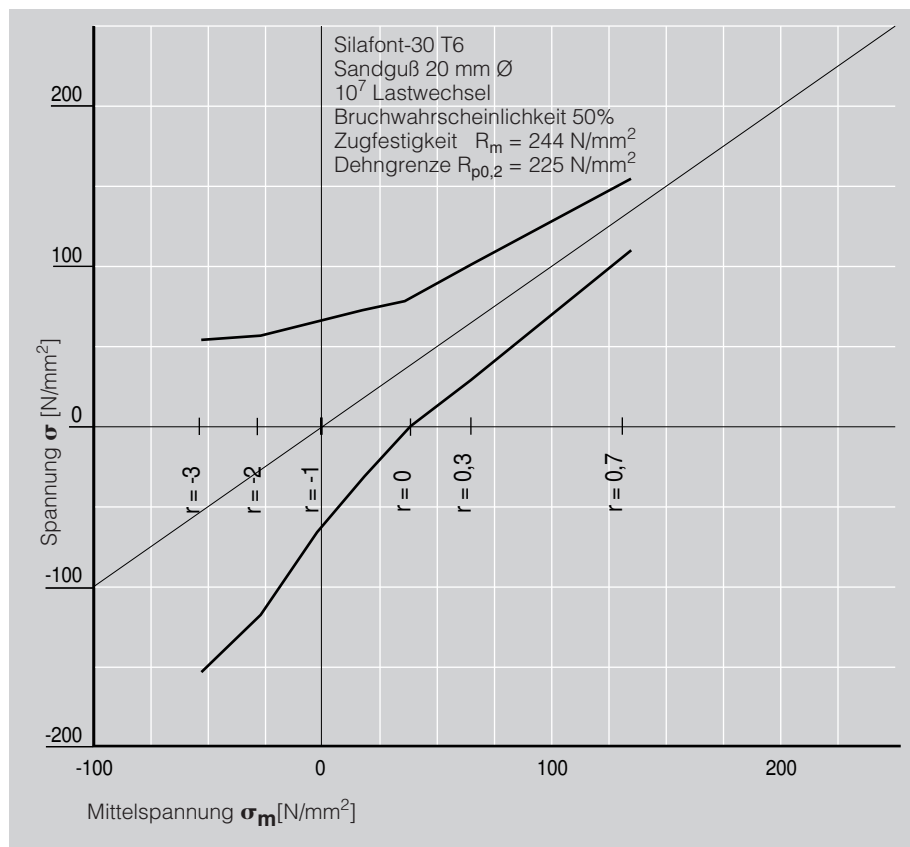


Abb. 2: Dauerfestigkeits-Schaubild nach Smith für Sandgußproben aus Silafont-30 T6.

Hinweis zu den Wechselfestigkeitswerten

Bei den Wechselfestigkeitswerten im Kapitel Mechanische Eigenschaften auf Seite 14 und 15 handelt es sich um Meßwerte aus Proben nach DIN 50 113 oder 50 142.

Es ist zu beachten, daß sich im Gußstück diese Wechselfestigkeitswerte je nach den oben angegebenen Kriterien in ungünstigen Fällen bis auf 25 % der angegebenen Tabellenwerte reduzieren können. Die Funktionssicherheit von Gußstücken sollte daher anhand einer dynamischen Bauteilerprobung überprüft werden.

Technologische Eigenschaften

Markenname	Chemische Bezeichnung	Beständigkeit gegen		Schweißbarkeit	Spanbarkeit	Glanz nach mechanischem Polieren	Eignung für dekorative anodische Oxidation
		Wasser	Meerwasser				
Anticorodal-04	AlSi0,5Mg	●	●	●	●	●	–
Anticorodal-50	AlSi5Mg	●	●	●	●	●	●
Anticorodal-70/ Anticorodal-78 dv	AlSi7Mg0,3	●	●	●	●	●	○
Anticorodal-71	AlSi7Mg0,3	●	●	●	●	●	○
Anticorodal-72	AlSi7Mg0,6	●	●	●	●	●	○
Silafont-30	AlSi9Mg	●	●	●	●	●	–
Silafont-32 dv	AlSi9Mg1	●	●	●	●	●	–
Silafont-36	AlSi9MgMn	●	●	●	●	●	–
Silafont-09	AlSi9	●	●	●	●	●	–
Silafont-13	AlSi11	●	●	●	●	●	–
Silafont-20	AlSi11Mg	●	●	●	●	●	–
Silafont-70	AlSi12CuNiMg	●	–	●	●	●	–
Silafont-90	AlSi17Cu4Mg	●	–	●	●	●	–
Silafont-92	AlSi18CuNiMg	●	–	●	●	●	–
Unifont-90	AlZn10Si8Mg	●	●	●	●	●	○
Unifont-94	AlZn10Si8Mg	●	●	●	●	●	–
Peraluman-30	AlMg3(a)	●	●	●	●	●	●
Peraluman-36	AlMg3Si	●	●	●	●	●	●
Peraluman-50	AlMg5	●	●	●	●	●	●
Peraluman-56	AlMg5Si	●	●	●	●	●	●
Peraluman-57	AlMg5SiCu	●	–	●	●	●	–
Magsimal-59	AlMg5Si2Mn	●	●	●	●	●	●
Alufont-36	AlSi5Cu3Mg	●	–	●	●	●	○
Alufont-47	AlCu4TiMg	●	–	●	●	●	●
Alufont-48	AlCu4TiMgAg	●	–	●	●	●	●
Alufont-52	AlCu4Ti	●	–	●	●	●	●
Alufont-57	AlCu4NiMg	●	–	○	●	●	–
Alufont-60	AlCu5NiCoSbZr	○	–	○	●	●	–
Rotoren-Al 99,5R	Al99,5	●	●	●	●	●	●
Rotoren-Al 99,7R	Al99,7	●	●	●	●	●	●
Aluman-16	AlMn1,6	●	●	–	●	●	–

- ausgezeichnet
- sehr gut
- gut
- ausreichend
- bedingt
- nicht angewandt

Maßgebend für die Beurteilung in dieser Tabelle ist stets der ausgehärtete Zustand, wenn dieser möglich und sinnvoll ist; bei Druckgußlegierungen Beurteilung im Gußzustand. Weitere Angaben und detaillierte Auskünfte sind in den einzelnen Kapiteln nachzulesen: Korrosionsbeständigkeit ab Seite 46.

Schweißbarkeit ab Seite 49.

Spanbarkeit auf Seite 48.

Die Eignung für die dekorative anodische Oxidation ist abhängig vom Siliziumgehalt. Steigende Siliziumgehalte bewirken silbergraue bis schwarze Schichten. Solche Gußstücke sind daher nur bei Schichtdicken von 5-10 µm für Innenarchitektur verwendbar.

Physikalische Eigenschaften

Markenname	Chemische Bezeichnung	Dichte (Richtwert)	E-Modul	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient 20-200 °C		Wärmeleitfähigkeit 20-200 °C
		kg/dm ³		kN/mm ²	$\frac{1}{K}$	
Anticorodal-04	AlSi0,5Mg	2,67	66-73	23		1,76-2,02
Anticorodal-50	AlSi5Mg	2,67	65-75	23		1,47-1,76
Anticorodal-70/ Anticorodal-78 dv	AlSi7Mg0,3	2,66	69-75	22		1,43-1,72
Anticorodal-71	AlSi7Mg0,3	2,66	69-75	22		1,43-1,72
Anticorodal-72	AlSi7Mg0,6	2,66	71-75	22		1,43-1,72
Silafont-30	AlSi9Mg	2,65	74-83	21		1,39-1,68
Silafont-32 dv	AlSi9Mg1	2,65	77-83	21		1,39-1,68
Silafont-36	AlSi9MgMn	2,64	74-83	21		1,39-1,68
Silafont-09	AlSi9	2,65	62-78	21		1,39-1,68
Silafont-13	AlSi11	2,64	65-81	21		1,39-1,70
Silafont-20	AlSi11Mg	2,64	76-83	21		1,39-1,66
Silafont-70	AlSi12CuNiMg	2,68	77-83	21		1,17-1,55
Silafont-90	AlSi17Cu4Mg	2,73	77-83	18		1,17-1,34
Silafont-92	AlSi18CuNiMg	2,68	77-83	19		1,26-1,42
Unifont-90	AlZn10Si8Mg	2,85	74-80	21		1,17-1,34
Unifont-94	AlZn10Si8Mg	2,85	74-80	21		1,17-1,34
Peraluman-30	AlMg3(a)	2,66	63-73	24		1,15-1,60
Peraluman-36	AlMg3Si	2,66	66-74	24		1,15-1,60
Peraluman-50	AlMg5	2,63	63-73	24		1,10-1,30
Peraluman-56	AlMg5Si	2,63	68-75	24		1,05-1,30
Peraluman-57	AlMg5SiCu	2,64	67-76	24		1,05-1,25
Magsimal-59	AlMg5Si2Mn	2,63	70-80	24		1,05-1,30
Alufont-36	AlSi5Cu3Mg	2,73	68-74	24		1,20-1,34
Alufont-47	AlCu4TiMg	2,75	65-72	23		1,15-1,40
Alufont-48	AlCu4TiMgAg	2,79	65-72	23		1,15-1,40
Alufont-52	AlCu4Ti	2,75	65-73	23		1,15-1,40
Alufont-57	AlCu4NiMg	2,75	72-76	24		1,15-1,51
Alufont-60	AlCu5NiCoSbZr	2,84	72-76	22,5		1,18-1,55
Rotoren-Al 99,5R	Al99,5	2,67	65-70	24		1,80-2,10
Rotoren-Al 99,7R	Al99,7	2,67	65-70	24		1,80-2,10
Aluman-16	AlMn1,6	2,73	65-72	24		1,35-1,60

Die Angabe zu den physikalischen Eigenschaften bezieht sich bei den aushärtbaren Legierungen auf den wärmebehandelten Zustand. Sie werden stark beeinflusst von Schwankungen in der Legierungszusammensetzung und vom Gefügestand. Daraus erklären sich die zum Teil weiten Bereiche der Meßwerte.

Die Angabe zu den Schmelz- und Erstarrungsbereichen berücksichtigt erste Anschmelzerscheinungen infolge Seigerungen im Gußgefüge, die besonders bei schneller Aufheizung erheblich unterhalb der theoretischen Gleichgewichtstemperatur auftreten können.

Elektrische Leitfähigkeit		Lineares Schwindmaß			Schmelz- und Erstarrungsbereich
m/($\Omega \cdot \text{mm}^2$)	% IACS	Sandguß	Kokillenguß	Druckguß	°C
		%	%	%	
29-31,5	50,0-54,0	1,1-1,2	0,8-1,1	0,5-0,7	600-650
21-26	36,0-45,0	1,1-1,2	0,8-1,1		550-625
21-26	36,0-45,0	1,1-1,2	0,8-1,1		550-625
27-29	46,5-50,0	1,1-1,2	0,8-1,1		550-625
21-26	36,0-45,0	1,1-1,2	0,8-1,1		550-625
21-26	36,0-45,0	1,0-1,1	0,7-1,0		550-600
21-26	36,0-45,0		0,7-1,0		545-595
21-26	36,0-45,0			0,4-0,6	550-590
21-26	36,0-45,0			0,4-0,6	550-595
21-27	36,0-46,5	1,0-1,1	0,7-1,0		565-585
21-26	36,0-45,0	1,0-1,1	0,7-1,0		565-585
16-22	27,5-38,0	1,0-1,1	0,7-1,0		545-600
14-17	24,0-29,5	0,6-0,8	0,4-0,6	0,3-0,5	510-650
16-18	27,5-31,0	0,6-0,8	0,4-0,6		520-675
17-20	29,5-34,5	1,1-1,2	0,8-1,1		550-650
17-20	29,5-34,5			0,5-0,8	550-650
16-23	27,5-40,0	1,1-1,5	0,8-1,2		560-650
15-23	26,0-40,0	1,1-1,5	0,8-1,2		560-650
15-21	26,0-36,0	1,0-1,4	0,7-1,1		545-645
14-21	24,0-36,0	1,0-1,4	0,7-1,1		545-645
14-20	24,0-34,5	1,0-1,4	0,7-1,1		545-645
14-16	24,0-27,5			0,6-1,1	580-618
17-20	29,5-34,5	1,1-1,2	0,8-0,9		510-630
17-20	29,5-34,5	1,3-1,5	0,8-1,2		540-650
17-20	29,5-34,5	1,3-1,5	0,8-1,2		525-645
17-20	29,5-34,5	1,3-1,5	0,8-1,2		540-650
17-21	29,5-36,0	1,3-1,5	0,8-1,2		520-630
18-21	31,0-36,0	1,3-1,5			545-650
34-36	58,5-62,0	1,5-1,8	1,2-1,6	1,0-1,4	655-660
34,5-36,5	59,5-63,0	1,5-1,8	1,2-1,6	1,0-1,4	655-660
20-26	34,5-45,0	1,2-1,5		0,8-1,2	645-660

Eigenschaften bei tiefen und hohen Temperaturen

Einsatz bei tiefen Temperaturen.

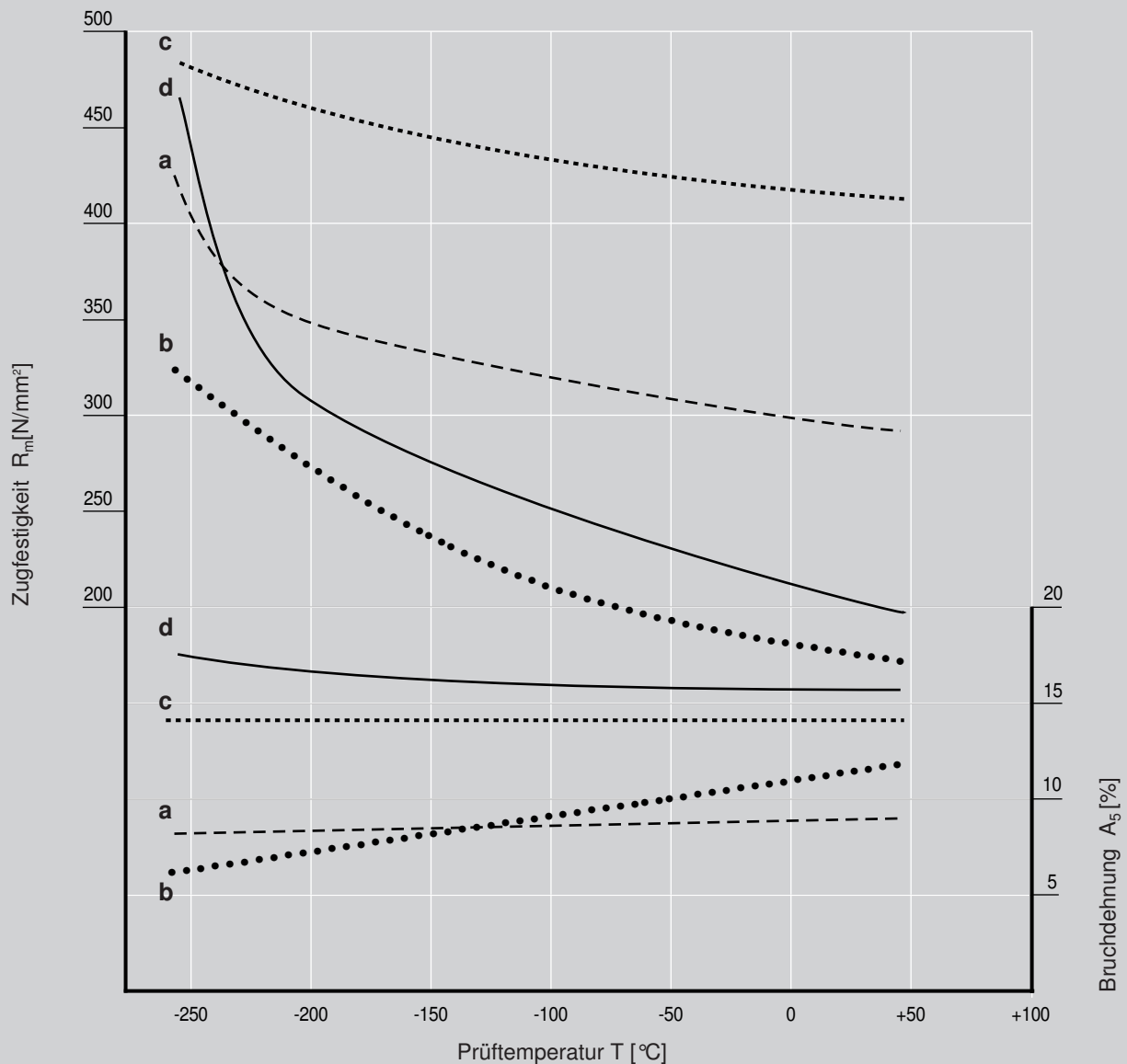
Im Gegensatz zu den meisten Eisen-Kohlenstoff-Legierungen verspröden Aluminiumlegierungen selbst bei tiefen Temperaturen nicht. Zugfestigkeit, Biegewechselfestigkeit und Schlagbiege Zähigkeit nehmen mit sinkender Temperatur stetig zu, die Bruchdehnung nimmt in der Regel leicht ab.

Einsatz bei hohen Temperaturen

Temperatur- und zeitabhängige Vorgänge bestimmen das Verhalten von Gußstücken aus Aluminiumlegierungen bei hohen Temperaturen. Je nach Ausgangszustand

können Lösungs- und Ausscheidungsvorgänge, Aushärtung oder Überalterung sowie sehr langsame Gleitvorgänge im Gefüge (Kriechen) eine Rolle spielen.

Eine einzelne Meßmethode kann die vielfältigen Einflüsse nicht genau erfassen. Kurzzeitmessungen der Warmzugfestigkeit vernachlässigen die zeitabhängigen Vorgänge und sind darum nur bedingt als Konstruktionsgrundlage verwendbar. Selbst die aussagefähigeren Langzeitbestimmungen der Zeitdehngrenze und der Zeitstandfestigkeit erlauben noch keine exakte



Eigenschaften verschiedener Gußlegierungen bei tiefen Temperaturen.

a	Anticordal-70	Kokillenguß, warmausgehärtet	AlSi7Mg	T6
b	Silafont-13	Sandguß, Gußzustand	AlSi11	F
c	Alufont-52	Kokillenguß, teilausgehärtet bei 150 °C	AlCu4Ti	T64
d	Peraluman-30	Kokillenguß, Gußzustand	AlMg3	F

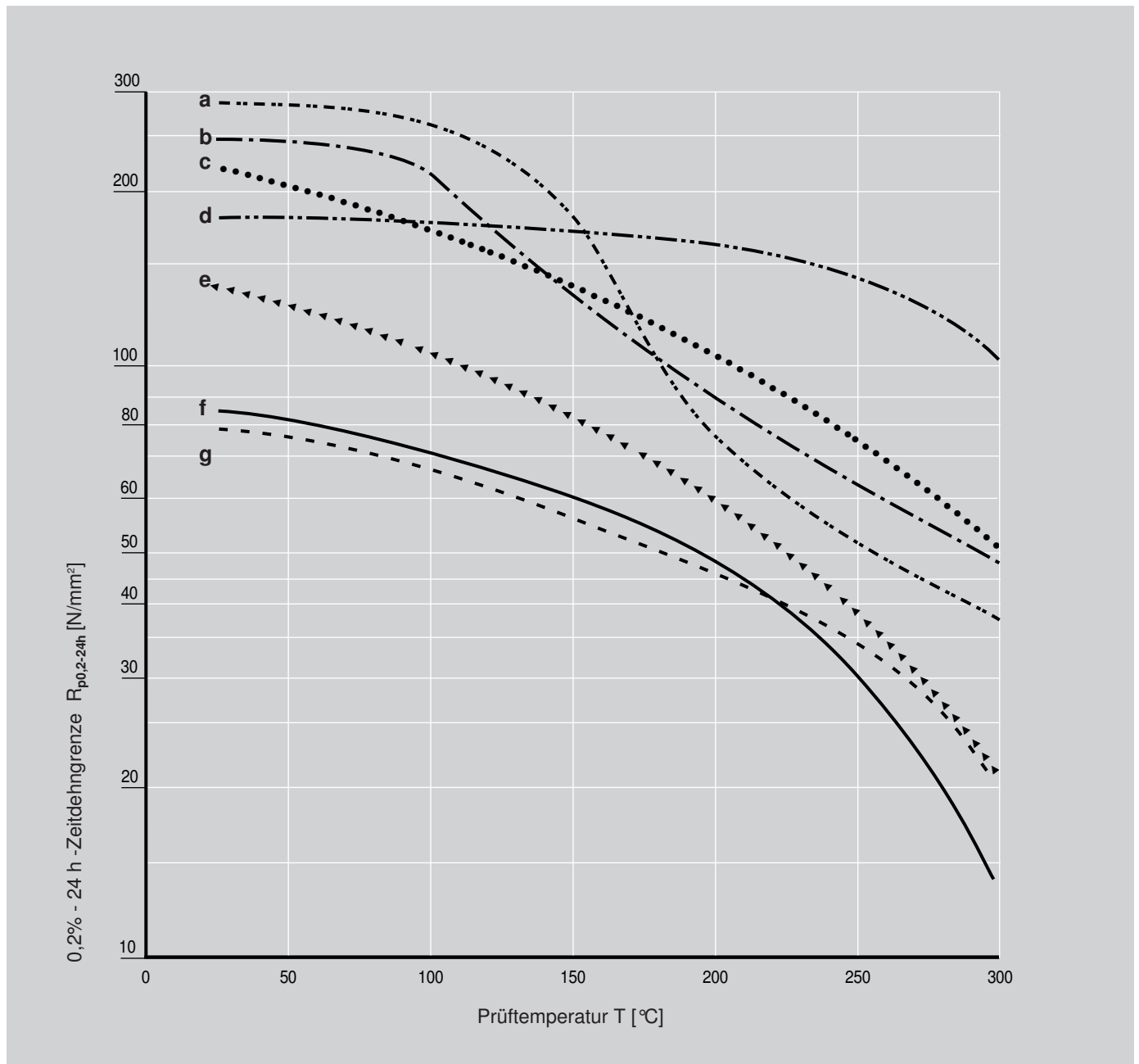
Voraussage des Betriebsverhaltens eines Gußstückes. Dennoch können sie als eine brauchbare Hilfe für den Konstrukteur bezeichnet werden.

Zuverlässige Konstruktionsgrundlagen sind meist nur durch ein technologisches Prüfverfahren zu erhalten. Nur unter Betriebsbedingungen kommen die Eigenschaften des Aluminiums zur Geltung, die es für den Einsatz auch bei hohen Temperaturen geeignet machen: Zunderbeständigkeit, hohe Wärmeleitfähigkeit und hohes Wärmespeichervermögen.

Die Wärmeleitfähigkeit von Aluminiumlegierungen ist 3- bis 4mal so hoch wie die von Kohlenstoffstählen, 6- bis 8mal so hoch wie die von warmfesten Stählen. Das ermöglicht eine derart schnelle Wärmeaufnahme und -abfuhr, daß die Eigentemperatur eines Aluminiumteiles auch bei hoher Oberflächentemperatur unterhalb kritischer Werte gehalten werden kann. Schneller Temperaturausgleich innerhalb eines Aluminiumteiles verhütet Wärmespannungen und Rißbildung. Unter den vielen Aluminium-Gußlegierungen können nur wenige als warmfest bezeichnet werden, vor allem die

höherlegierten Werkstoffe, wie Silafont-70, Silafont-90, Silafont-92, Alufont-57, Alufont-60 und Peraluman-57.

Zahlreiche Beispiele erfolgreicher Anwendungen von Aluminiumlegierungen in Verbrennungsmotoren (Kolben, Zylinderköpfe, Motorblöcke) beweisen, daß Aluminium trotz geringer Warmfestigkeits-Meßwerte auch für die Hochtemperatur-Technik ein wertvoller Konstruktionswerkstoff ist.



0,2% - 24 h Zeitdehngrenze verschiedener Gußlegierungen in Abhängigkeit von der Temperatur (Kokillengußproben).

a	Silafont-30	warmausgehärtet	AlSi9Mg	T6
b	Unifont-90	Selbstaushärtung	AlZn10Si8Mg	T1
c	Silafont-70	stabilisiert	AlSi12CuNiMg	T5
d	Alufont-57	kalt ausgehärtet	AlCu4NiMg	T4
e	Silafont-09	Druckguß-Zustand	AlSi9	F
f	Silafont-13	Gußzustand	AlSi11	F
g	Peraluman-30	Gußzustand	AlMg3	F

Mechanische Eigenschaften unter verschiedenen Einflüssen

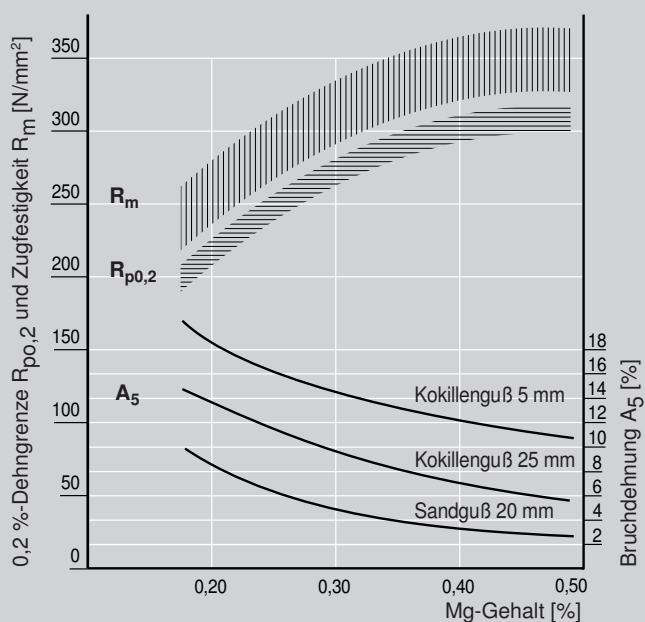


Abb. 1: Einfluß des Magnesiumgehaltes in verschiedenen Kokillengußstücken aus Anticorodal-70, AlSi7Mg T6 mit unterschiedlichen Wanddicken auf die mechanischen Eigenschaften. Die Gußstücke wurden nach dem Lösungsglühen sofort in Wasser abgeschreckt.

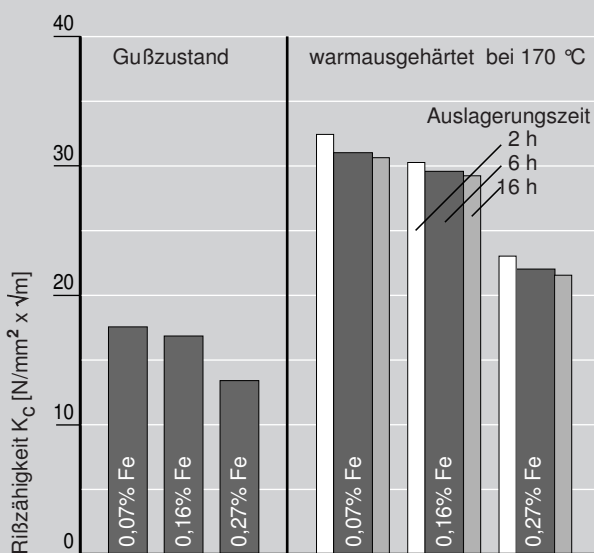


Abb. 2: Einfluß des Eisengehaltes auf die Rißzähigkeit bei Silafont-30, AlSi9Mg als strontiumveredelte Kokillengußprobe.

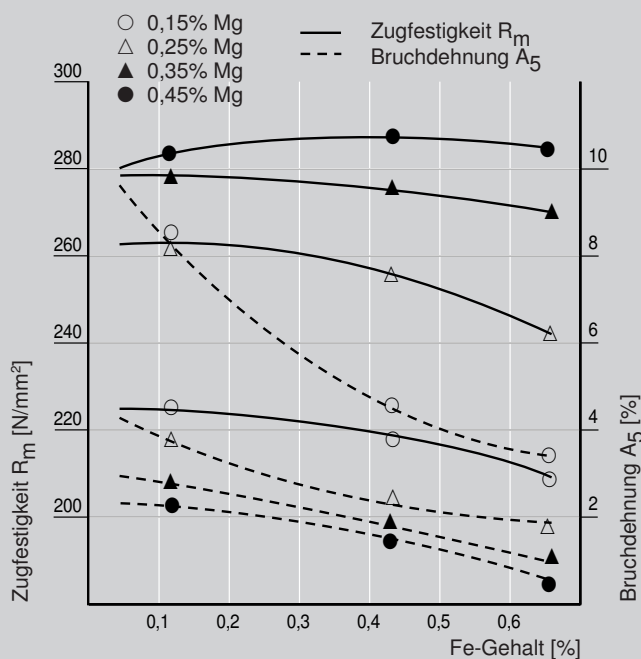


Abb. 3: Einfluß des Mg- und Fe-Gehaltes in warmausgehärteten Sandgußprobestäben, 16 mm Durchmesser aus Silafont-30, AlSi9Mg T6 auf Zugfestigkeit und Bruchdehnung.

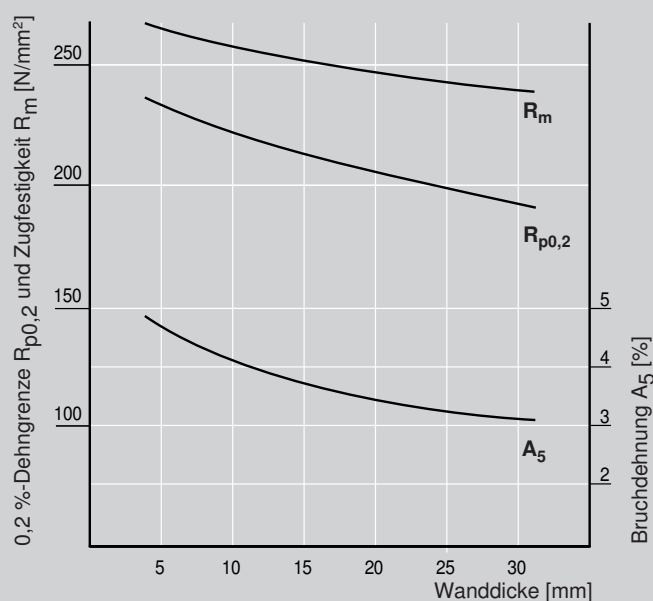


Abb. 4: Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften von der Wanddicke warmausgehärteter Sandgußstücke aus Anticorodal-70, AlSi7Mg T6.

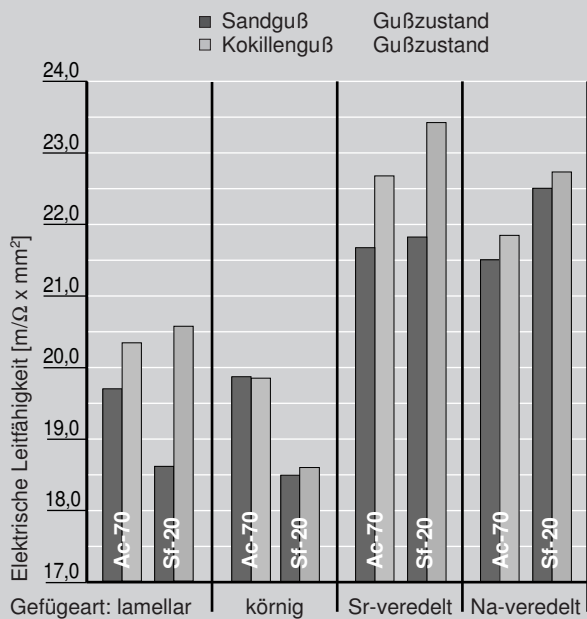


Abb. 5: Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von der Gefügemodifikation einer Anticorodal-70, AISi7Mg und einer Silafont-20, AISi11Mg im Gußzustand.

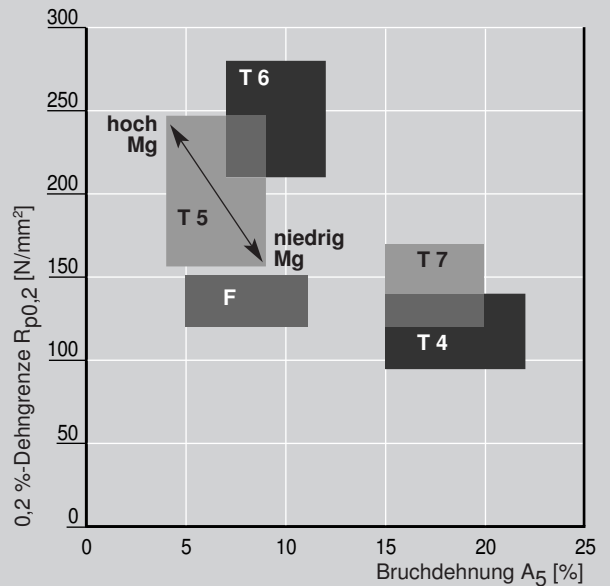


Abb. 6: Variationsbreite der mechanischen Werte von der Druckgußlegierung Silafont-36, AISi9Mg durch verschiedene Wärmebehandlungszustände und Magnesium-Gehalt.

Weitere mechanische Eigenschaften

Druckfestigkeit $\sigma_{dB} \approx 1,5 \cdot R_m$ [N/mm²]

Stauchgrenze $\sigma_{d0,2} \approx 0,8-1,0 \cdot R_{p0,2}$ [N/mm²]

Schubfestigkeit $\tau_B \approx 0,60-0,65 \cdot R_m$ [N/mm²]

Scherfestigkeit $\tau_{sB} \approx 0,6-0,8 \cdot R_m$ [N/mm²]

Flächenpressung $p \approx 0,8 \cdot R_{p0,2}$ [N/mm²]
gilt für statische Beanspruchung; bei dynamischer Belastung ist von der Biegewechselfestigkeit auszugehen.

Gleit- oder Schubmodul $1/\beta = G \approx 0,385 \cdot \text{Elastizitätsmodul}$ [N/mm²]

Verdrehfestigkeit $\approx R_m$ [N/mm²]

Drillgrenze $\approx 0,2-0,5 \cdot R_{p0,2}$ [N/mm²]

Poisson-Zahl μ für Bauteilberechnung nach der Finite-Elemente-Methode bei Kokillenguß

AlSiMg-Legierungen T6 $\mu = 0,45$

AlCu4Ti T6 $\mu = 0,41$

Kornfeinung

Kornfeinungswirkung

Die Kornfeinung soll die Keimzahl der Schmelze erhöhen und bewirkt eine feinere Ausbildung von:

- Aluminium-Mischkristall, Wachstum in Dendritenform
- Aluminium-Korn, bestehend aus Dendriten und Restschmelze
- Eutektischem Aluminium-Silizium-Korn
- Primärsilizium in übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierungen.

Kornfeinungseinfluß

Wird das Wachstum der genannten Gefügebestandteile gering gehalten, stellen sich folgende Vorteile für den Aluminiumguß ein:

- Bessere innere Speisung im Gußstück
- Verbessertes Fließ- und Formfüllungsvermögen der Schmelze
- Senkung der Porosität im Gußgefüge
- Verringerte Warmrißneigung
- Höhere mechanische Werte
- Wirtschaftlicheres Spanen
- Geringere Korngrenzenbelegung und damit höhere Duktilität
- Gutes dekoratives Aussehen
- Bessere Oberflächen-Korrosionsbeständigkeit.

Dieser positive Kornfeinungseinfluß ist zurückzuführen auf:

Das Aluminium-Mischkristall, der Dendrit, wächst während der Erstarrung des Gußstückes von der Gußoberfläche in das Gußstückinnere hinein und behindert bei großem und schnellem Wachstum das nachfließende Metall beim Dichtspeisen des durch die Erstarrung entstandenen Volumendefizits (Abb. 1 und 2). Durch das größere Keimangebot entstehen aber mehr kleinere Dendriten (Abb. 3). Die Restschmelze, die selbst auch noch Dendriten enthält, bewirkt durch das bessere Fließ- und Formfüllungsvermögen eine gute innere Speisung im Gußstück und senkt die Schwindungsporosität sowie Warmrißneigung im Gußgefüge.

Durch das größere Keimangebot in der Schmelze entstehen viele kleine Aluminium-Körner, die sich aus Dendriten bilden (Abb. 4 und 5).

Bei den heterogenen Gußlegierungen des Typs AlSi liegt die kleinste Korngröße zwischen 200-500 µm, bei den homogenen Legierungen AlCu und AlMg bei 100 µm. Für die eutektischen Körner der AlSi-Legierungen gilt das gleiche (Abb. 6). Kleine Körner bewirken die vorher genannten Vorteile und haben außerdem einen günstigen Einfluß auf die mechanischen Werte, die Rauhtiefe beim Spanen sowie geringere Korngrenzenbelegung, die Bedingung für duktilen Guß ist. Feines Korn gibt dem Gußstück nach dem Polieren ein gutes dekoratives Aussehen, besonders nach der anodischen Oxidation. Feinkorn ist Voraussetzung für die Oberflächen-Korrosionsbeständigkeit des Gußstückes, denn Korrosionsschäden sind Kerben in der Gußoberfläche.



Abb. 1: Dendriten senkrecht zur Gußoberfläche wachsend.

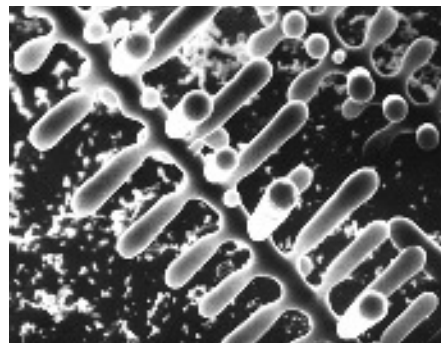


Abb. 2: Zusammenwachsen der Dendriten.

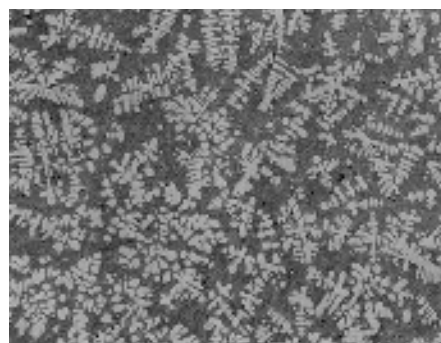


Abb. 3: Gefeihte Dendriten.

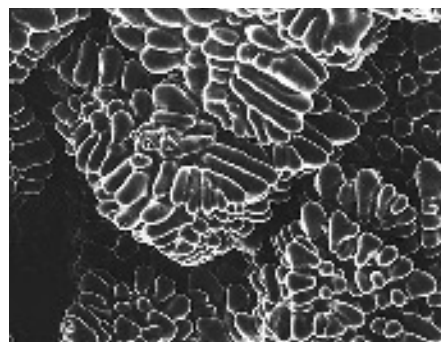


Abb. 4: Aluminiumkörner, bestehend aus Dendriten.

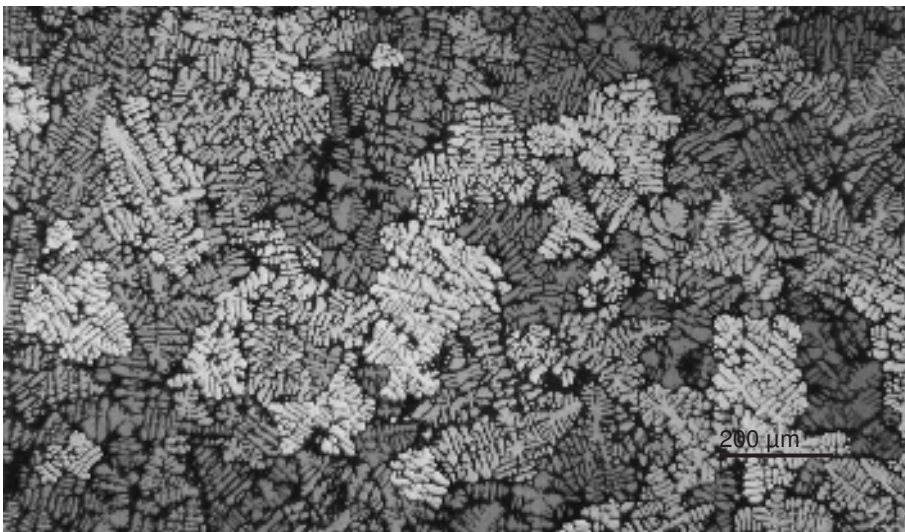


Abb. 5 oben: Anticorodal-70, Aluminiumkörner vor der Kornfeinung.
 Abb. 5 unten: Anticorodal-70, Aluminiumkörner nach der Kornfeinung.

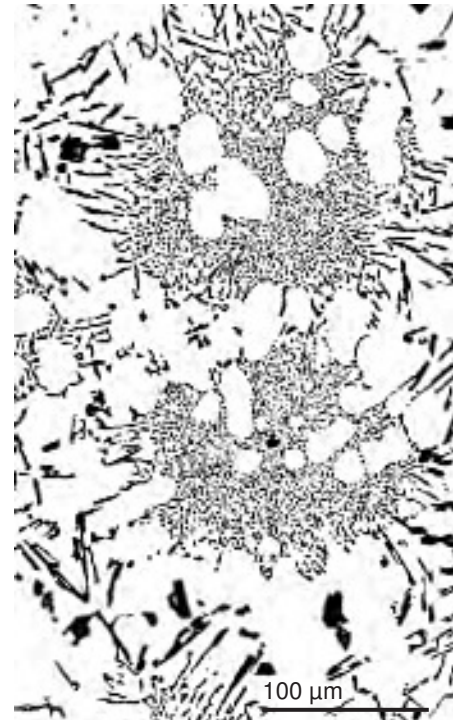


Abb. 6: Silafont-30, eutektische AlSi-Körner.

Die Feinung des Primärsiliziums in den übereutektischen AlSi-Legierungen soll nicht nur ein kleines pseudo-hexagonales Korn, sondern auch eine gleichmäßige Verteilung im Grundgefüge gewährleisten (Abb. 7). In Zylinderlaufflächen der Aluminium-Kurbelgehäuse werden Primärsilizium-Körner mit einer Kantenlänge von 20-50 μm vorgeschrieben.

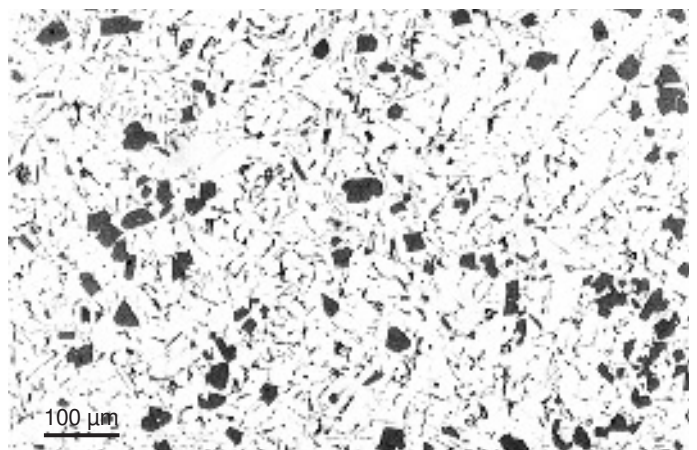
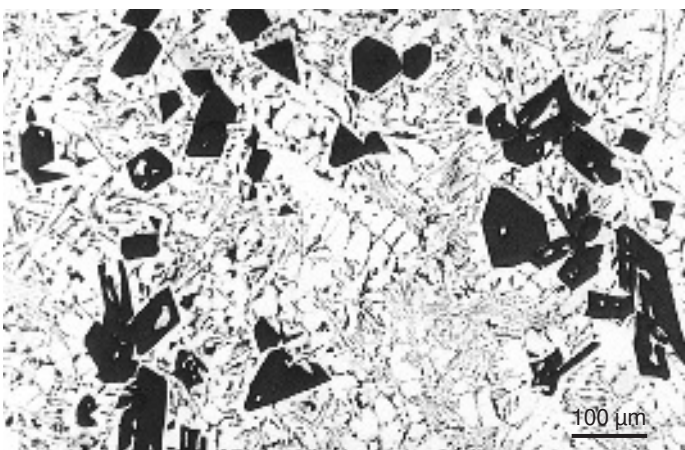


Abb. 7: Silafont-90, Kornfeinung von Primärsilizium durch Phosphor.

Kornfeinungsmittel

Die beste Kornfeinung wird mit den beiden Doppelfluoriden Kalium-Titan-Fluorid und Kalium-Bor-Fluorid erreicht. Beide Salze werden in Tabletten verpreßt angeboten; eine Variante hat eine exotherme Reaktion. Beide Salze reagieren in der Schmelze und bilden äußerst kleine Titan-Diborid-Keime (TiB_2). Nach etwa 20 Minuten klingt diese hervorragende Keimwirkung ab und nach 40 Minuten muß die Kornfeinung wiederholt werden. Für Sandguß ist dies ohne Bedeutung, da die Schmelze nicht lange absteht.

Eine wesentlich längere Kornfeinungswirkung wird erzielt mit Titan-Diborid aus Vorlegierungen. Die gängigste AlTiB-Vorlegierung enthält 5% Titan und 1% Bor. Die Titan-Diborid-Keime aus der Vorlegierung sind wesentlich gröber, agglomerieren und seigern aus. Die Vorlegierungen werden der Schmelze in Form von Masselplatten, Draht, Formlingen, Häcksel oder Granalien zugesetzt.

Titan, nur als Legierungselement, wirkt in der Gußlegierung bereits kornfeinend durch die peritektische Ausscheidung von Titan-Aluminid ($TiAl_3$). Die Kornfeinung beginnt am peritektischen Punkt von 0,15% Titan. Titan-Karbid, ein weiteres Kornfeinungsmittel, wird bei Gußlegierungen kaum angewendet.

Enthalten AlSi-Gußlegierungen Phosphor, so bildet dieser bei der Veredelung mit Natrium oder Strontium Phosphide, die kornfeinend besonders auf das eutektische Korn wirken. Strontium-Phosphide sind beständiger und somit länger keimwirkend.

Das beste Kornfeinungsmittel für Primärsilizium ist Phosphor und wird zugegeben in Form von Phosphor-Kupfer, Aluminium-Kupfer-Phosphor, Phosphor-Pentachlorid und Schmelzepräparaten mit rotem Phosphor.

Kornfeinungsverfahren

Gußlegierungen aus RHEINFELDEN werden zur Arbeitserleichterung für den Gießer bereits während der Herstellung langzeit-korngefeint.

Wie im Kapitel Schmelzeprüfung ab Seite 38 beschrieben soll die Kornfeinungszahl mindestens 9 betragen. Durch Verwendung von Kreislaufmaterial läßt die Keimwirkung in der Schmelze nach, die Kornfeinungszahl muß durch Kornfeinen wieder auf mindestens 9 angehoben werden.

Achtung! Bei Aluminium-Silizium-Legierungen muß stets die Kornfeinung vor der Veredelung erfolgen.

Salz-Kornfeinungstabletten sollen so lange auf der Schmelzeoberfläche liegen bis die Tablettenränder leicht angeschmolzen sind oder bei exothermen Tabletten die Zündflamme erscheint. Dann werden die Tabletten mit trockener geschichteter Lochglocke in die Schmelze getaucht. Reagieren die Tabletten zu lebhaft sind diese portionsweise zuzusetzen. Erfolgt die Schmelzebehandlung mittels Rotor, der einen Käfig für Schmelzepräparate hat, werden die Tabletten mit dem Käfig in die Schmelze eingebracht. Wegen des Temperaturverlustes der Schmelze kann mit dem Käfig nur bei Schmelzemengen über 350 kg gearbeitet werden. Die Zugabemenge beträgt 0,1% oder mehr.

Kornfeinungs-Vorlegierungen in Form von Draht, Häcksel und Granalien lassen sich leicht in die Schmelze einrühren. Masselplatten bzw. Masselplattenabschnitte und Formlinge müssen mit der Schaumkelle in kreisender Bewegung in der Schmelze aufgelöst werden. Wird die Schmelze mit dem Rotor behandelt, hat sich die Vorlegierungszugabe kurz vor Behandlungsende bewährt. Die Zugabemengen liegen bei 0,02-0,05%. Zum Kornfeinen des Primärsiliziums werden Schmelzepräparate mit rotem Phosphor und Phosphor-Pentachlorid mit der Tauchglocke bei Temperaturen über 780 °C in die Schmelze eingebracht. Bei tieferen Temperaturen kann mit den Vorlegierungen Phosphor-Kupfer und Aluminium-Kupfer-Phosphor gearbeitet werden, die sich bei leichtem Einrühren sofort auflösen. Die Zusätze in die Schmelze betragen je nach Primärsilizium-Anteil in der übereutektischen AlSi-Legierung 0,2-0,6%.

Sehr komplizierte und schwierig zu gießende Kokillengußstücke werden oft mit Gießlöffel-Kornfeinung gegossen. In den leeren Gießlöffel wird ein Stück AlTiB-Vorlegierung - am besten ein Drahtabschnitt - gelegt und die Schmelze geschöpft. Nach sehr kurzer Wartezeit kann die Kokille abgegossen werden.

Kornfeinungsprüfung und -überwachung

Die Prüfung und Überwachung der Kornfeinung wird im Kapitel Schmelzeprüfung ab Seite 38 behandelt.

Veredelung

Gußgefüge

Bei AlSi-Gußlegierungen kann das eutektische Silizium in einer Legierung in den Modifikationen körnig, lamellar und veredelt auftreten (Abb. 1). Körniges eutektisches Silizium ist wegen der groben, kantigen Ausbildung eine starke Unterbrechung in der weichen Grundmasse. Der Werkstoff ist weniger duktil. Die körnige Modifikation wird durch Phosphor stabilisiert. Lamellares eutektisches Silizium ergibt zwar einen duktileren Werkstoff, ist aber wegen der schwammartigen Erstarrung schwierig



Abb. 1: Gefügemodifikationen des AlSi-Eutektikums: körnig, lamellar, veredelt.

durch Veredelungsmittel in die veredelte Modifikation überführt, es liegt dann ein Mischgefüge zwischen beiden Modifikationen vor. Deshalb sollten AlSi-Legierungen weniger als 30 ppm Antimon enthalten. Das Mischgefüge stellt den Gießer wegen Mikroporosität und Lunken im Guß vor große Probleme.

Veredelungseinfluß

Die Veredelung beeinflusst folgende Eigenschaften der AlSi-Legierungen:

- Schmelzequalität
- Innere Speisung

- Porosität
- Warmrißneigung
- Fließ- und Formfüllungsvermögen
- Länge der eutektischen Si-Teilchen
- Mechanische Eigenschaften
- Spanbarkeit in Bezug auf Werkzeugverschleiß und Spanform

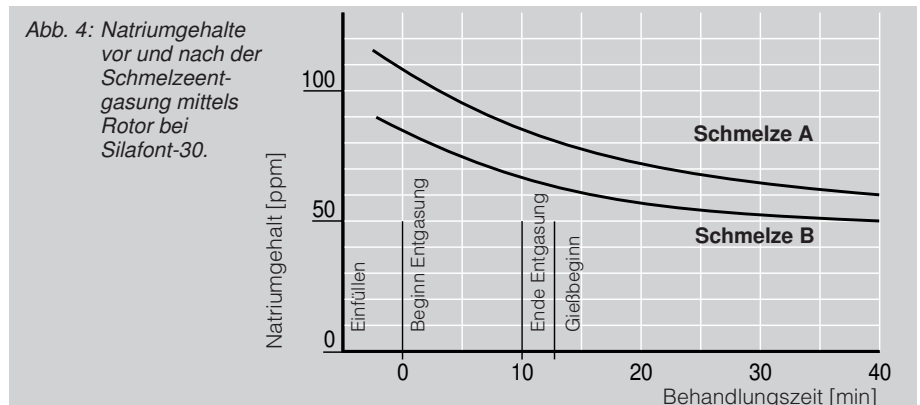
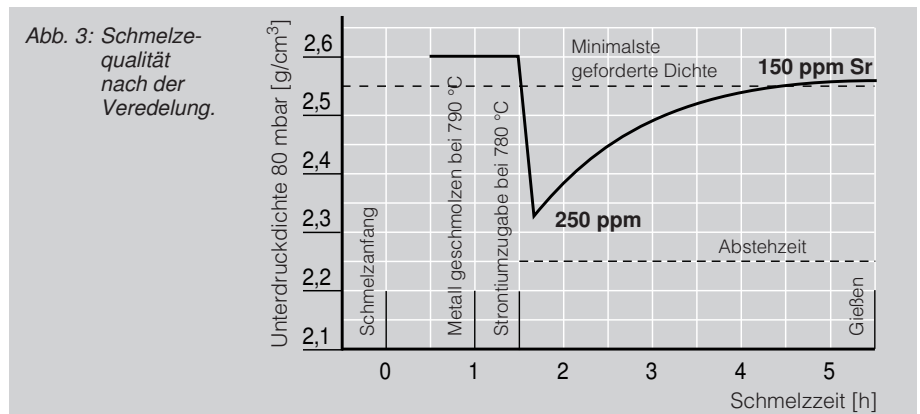
Durch die Veredelungsbehandlung mit Natrium oder Strontium verringert sich die Schmelzequalität, d.h. die Unterdruckdichte bei 80 mbar sinkt (Abb. 3). Durch Abstehenlassen der Schmelze steigt die Unterdruckdichte wieder an, doch der benötigte Dichtewert für einen guten Guß wird erst nach Stunden erreicht. Deshalb muß die Schmelze nach der Veredelung gereinigt werden, was am besten mit dem Rotor geschieht. Der Abbrand der Veredelungszusätze bis 10 Minuten Behandlungszeit ist gering (Abb. 4). Veredelte Schmelzen bilden während der Erstarrung des Gußstückes Randschalen, was die innere Speisung verbessert und die Porosität sowie die Warmrißneigung vermindert, obwohl das Fließ- und Formfüllungsvermögen geringer ist.



Abb. 2: Mittellinienlunker im lamellaren Gußgefüge.

zu vergießen und besitzt deshalb eine große Lunkenreignung. Besonders auffällig sind die zusammenhängenden Mittellinienlunker (Abb. 2). Lamellares Gefüge wird durch Antimon stabilisiert. Die veredelte Modifikation ergibt einen duktilen Werkstoff und ist ausgezeichnet vergießbar. Die veredelte Modifikation wird durch Natrium und Strontium stabilisiert.

Körniges Gefüge läßt sich durch Natrium- oder Strontiumzusatz in die veredelte Modifikation umwandeln. Lamellares Gefüge dagegen wird nicht 100%ig



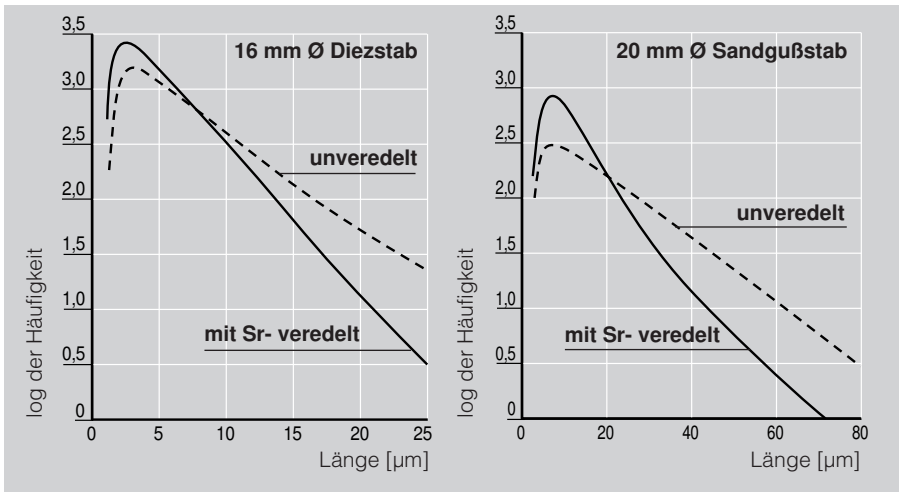


Abb. 5: Länge der Silizium- und intermetallischen Teilchen im unveredeltem und strontiumveredeltem Anticorodal-70.

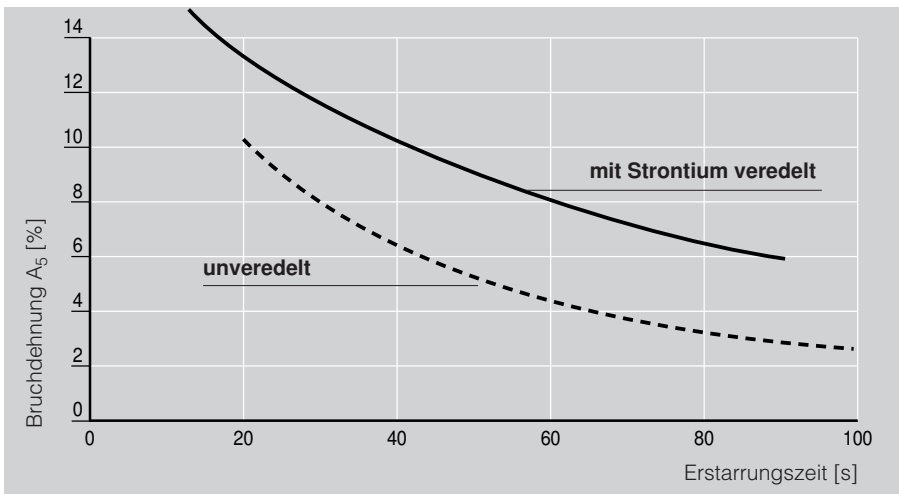


Abb.6: Abhängigkeit der Bruchdehnung von der Erstarrungszeit bei Anticorodal-70 T6, unveredelt und strontiumveredelt.

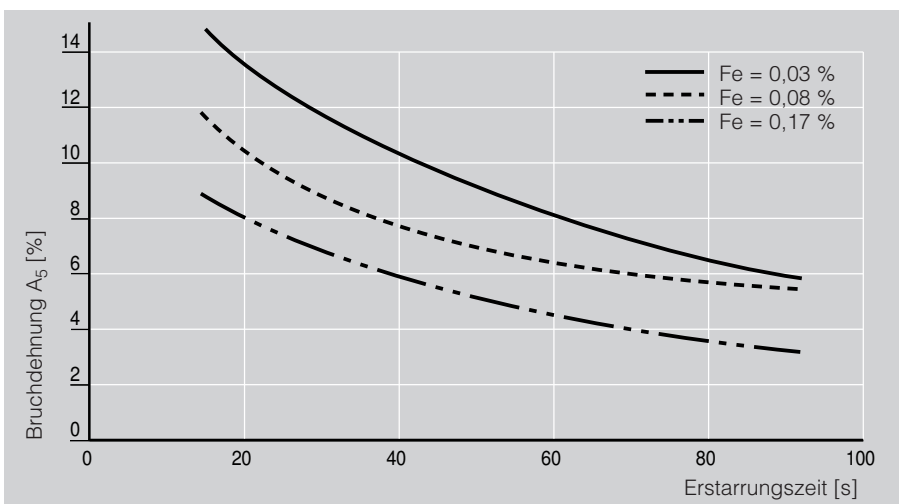


Abb.7: Abhängigkeit der Dehnung vom Eisengehalt bei Anticorodal-70 dv T6.

Durch die Veredelung verringert sich die mittlere Länge der eutektischen Silizium-Teilchen, aber auch der intermetallischen Teilchen, meist Eisenverbindungen. Dies wird in Abb. 5 an unveredeltem und strontiumveredeltem Kokillen- und Sandgußprobestäben der Legierung Anticorodal-70 veranschaulicht.

	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]		Dehnung A_5 [%]	
	Sand	Kokille	Sand	Kokille
körnig	150	180	5	6
veredelt	210	240	12	13

Tab. 1: Mechanische Eigenschaften von Silafont-13, unveredelt und veredelt.

Die Zugfestigkeit und besonders die Dehnung im Gußstück wird durch die Veredelung angehoben (Tab. 1). Dehnung und 0,2 % - Dehngrenze werden unterschiedlich beeinflusst. Die Veredelung hebt nur wenig die Dehngrenze an. Der Einfluß der Veredelung auf die Dehnung ist bei niedrigen Eisen-Gehalten am stärksten (Abb. 6). Hier wird bei Anticorodal-70 wa mit 0,03 % Fe die körnige unveredelte Legierung mit der strontiumveredelten verglichen. Durch Veredelung kann eine bis zu 100 % höhere Dehnung erreicht werden. Der Einfluß des Eisen-Gehaltes auf die Dehnung gibt Abb. 7 wieder.

Veredelungsmittel

Das klassische Veredelungsmittel ist Natrium, das der Schmelze entweder metallisch oder durch natriumabgebende Salze sowie Tabletten zugegeben wird.

Vakuumverpacktes Natrium wird in luftdicht verschlossenen Aluminiumdosen in Portionen von 12,5-100 g angeboten. Außerdem ist in Folie luftdicht verpacktes Natriummetall in verschiedenen Portionsgrößen im Handel. Stark zurückgegangen ist der Gebrauch von Stangennatrium, aufbewahrt in luftdicht verschließbaren Behältern. Der Gießer muß die erforderliche Natriummenge für die Veredelung von der Stange abschneiden.

Loses Salz, meist ein Gemisch von Natriumchlorid, Kaliumchlorid und Natriumfluorid, wird heute in Aluminium-Gießereien kaum noch verwendet, da die Tiegelwände von der Salzschnmelze angegriffen werden. Dagegen finden Salzgemische, gepreßt als Tabletten, verbreitete Anwendung für die Veredelung. Durchgesetzt haben sich exotherm reagierende Veredelungstabletten mit Aluminiumgrieß und/oder Magnesiumspänen. Die Freisetzung des Natriums aus der Tablette erfolgt sehr schnell, im Gegensatz zu den nicht exotherm wirkenden Tabletten, bei denen die Gefahr der örtlichen Überveredelung in der Schmelze größer ist.

Die Veredelung mit Strontium, auch Dauerveredelung genannt, hat Vorteile durch den höheren Schmelz- und Verdampfungspunkt gegenüber Natrium (Tab.2 auf Seite 34). Deshalb ist der Abbrand von Strontium geringer und die Schmelzen haben einen niedrigeren Oxidgehalt. Der Gießstrahl hat eine dünnere Oxidhautummantelung und die Schmelze nimmt während der Formfüllung weniger Gas und Oxide auf. In Formgießereien wird seltener mit Strontium-Metall veredelt, sondern mehr mit AlSr-Vorlegierungen mit 3, 5 und 10% Strontium. Vorlegierungen mit höheren Strontium-Gehalten enthalten nicht veredelnd wirkende intermetallische Verbindungen des Aluminium und Strontium.

Diese sind hochschmelzend und liegen als eigenständige spröde Phase in der weichen Matrix des Gußgefüges vor (Abb.8). Beim Analysieren des Strontium-Gehaltes in der Schmelze wird das gesamte Strontium analysiert, auch das nicht zur Veredelung wirksame Strontium-Aluminid.

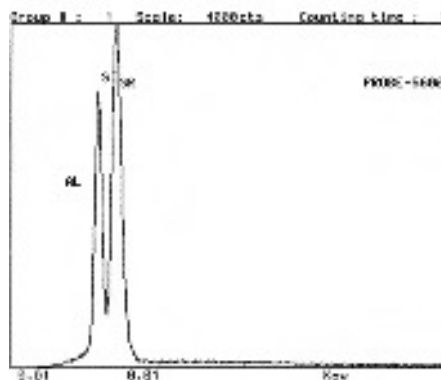
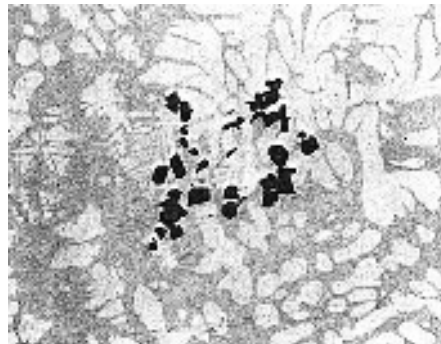


Abb.8: Intermetallische SrSi-Phasen im AlSi-Gußgefüge.

Die 3%ige Vorlegierung gewährleistet das beste Einbringen des Strontiums, das veredelnd wirkt. SrAl-Vorlegierungen mit 90% Sr und 10% Al - in Aluminiumdosen verpackt - hat einen tiefen Schmelzpunkt von 580 °C und reagiert in der Schmelze bei Temperaturen von 650-700 °C exotherm. Die Strontium-Veredelung hat nicht nur Eingang im Kokillenguß gefunden, sondern auch im Druckguß und Sandguß. Beim Sandguß soll der Wassergehalt des Formsandes nicht mehr als 3% betragen, da eine höhere Wasserstoffaufnahme durch Strontium-veredelte Legierungen erfolgt. Antimon ist kein Veredelungsmittel. In AlSi-Legierungen wirkt es ab Gehalten von 30 ppm negativ; das gießtechnisch

ungünstige lamellare Gußgefüge wird stabilisiert. Die Natrium- und Strontium-Veredelung wird gestört, da Antimon Natrium und Strontium in der Schmelze ausfällt. Selbst Magnesium wird in einer intermetallischen Phase mit Antimon ausgefällt und steht nicht mehr für die Warmaushärtung zur Verfügung.

Während Strontium eine Langzeitveredelung ist, hat die Natrium-Veredelung eine kurze Lebensdauer. Diese ist nach etwa 20 Minuten größtenteils abgeklungen, eine Nachveredelung wird dann notwendig (Abb.9). Zur Aufrechterhaltung der Natrium-Veredelung bedient sich der Gießer häufig der Permablocke, die geschmolzene Salzblöcke oder Salzpreßlinge sind und auf die Badoberfläche der Schmelze gelegt werden (Abb.10). Die Zugabemenge ist ein 500g-Block pro m² Badfläche.

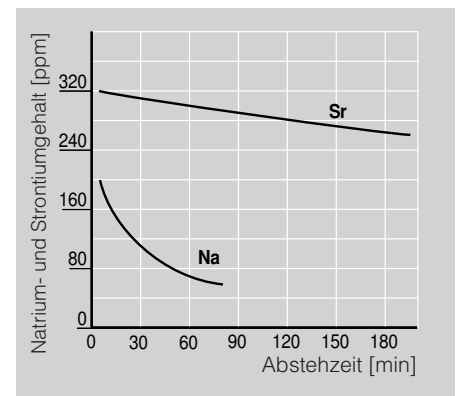


Abb.9: Natrium- und Strontium-Abbrand in Silafont-13.

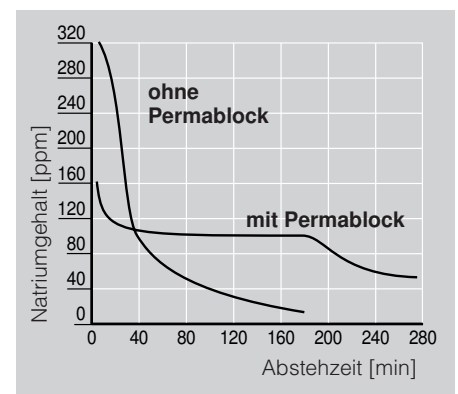


Abb.10: Kompensation des Natrium-Abbrandes durch einen Permablock.

Veredelungsverfahren

RHEINFELDEN liefert AlSi-Legierungen mit körnigem Eutektikum, Natrium-vorveredeltem oder Natrium-anveredeltem sowie Strontium-dauerveredeltem AlSi-Eutektikum. Obwohl beim Einschmelzen der natriumhaltigen Masseln Natrium stark abbrennt, erhält der Gießer mit geringer Nachveredelung ein gut veredeltes Gußgefüge, ohne die Gefahr der Überveredelung.

Wie im Kapitel Schmelzprüfung ab Seite 42 beschrieben, ist eine gute Veredelung bei Depressionen bzw. Veredelungsgraden von 4-6 K gesichert. Wegen der langsameren Erstarrung benötigen Sandgußstücke höhere Depressionen als Kokillengußstücke.

Metallisches Natrium und auch vakuumverpacktes Natrium können wegen der schlechten Natriumverteilung nicht ohne weiteres in das Bad eingetaucht werden. Auf die Schmelzoberfläche wird eine kleine Menge Veredelungssalz geschüttet und auf das Anschmelzen des Salzes gewartet. Erst dann wird das Natrium auf das Salz gelegt und mit diesem mit der trockenen geschichteten Lochglocke in die Schmelze getaucht. Dabei ist gutes Rühren wichtig, um die lokale Überveredelung zu verhindern.

Für Sandguß ist die Zusatzmenge je nach Silizium-Gehalten der Legierungen 0,02-0,05%; für Kokillenguß reicht die halbe Zugabemenge.

Veredelungssalz wird großflächig auf die Schmelzoberfläche gegeben und nach dem Ansintern schnell in die Schmelze eingerührt, am besten in achtschreiben-

den Bewegungen. Da das Veredelungssalz Schmelztiegel angreift, sind diese auf Risse zu untersuchen. Zugabemengen für Sandguß sind je nach Siliziumgehalt der Legierung 0,4-1,5%; für Kokillenguß die halbe Zugabemenge.

Salze zu Tabletten gepreßt, greifen die Schmelztiegel nicht an. Die Tabletten sollen so lange auf der Schmelzoberfläche liegen bis die Tablettenränder leicht angeschmolzen sind oder bei exothermen Tabletten die Zündflamme erscheint. Dann werden die Tabletten mit trockener geschichteter Lochglocke in die Schmelze getaucht. Um örtliche Überveredelung in der Schmelze zu vermeiden, muß die Glocke bewegt werden. Reagieren die Tabletten zu lebhaft, sind sie portionsweise zuzusetzen. Dieses ist ein bewährtes Mittel, um lokale Überveredelung zu vermeiden. Erfolgt die Schmelzebehandlung mittels Rotor, der einen Käfig für Schmelzepräparate hat, werden die Tabletten mit dem Käfig in die Schmelze eingebracht. Der Rotor verteilt das freiwerdende Natrium schnell und gleichmäßig in der Schmelze. Da das Arbeiten mit dem Käfig zu Temperaturverlusten der Schmelze führt, soll dieser erst bei Schmelzemengen über 350 kg verwendet werden. Die auf dem Markt befindlichen Veredelungstabletten haben recht unterschiedliche Abgabemengen von Natrium, so daß je nach Art der Tablette und Siliziumgehalt der Legierung für Sandguß Zusatzmengen von 0,1-0,4% angewandt werden, für Kokillenguß die halbe Zugabemenge.

Eutektische Temperaturen von AlSi-Gußlegierungen

Anticorodal-70	573,0 °C
Anticorodal-72	572,0 °C
Silafont-30	574,0 °C
Silafont-13	577,5 °C
Silafont-20	576,0 °C
Unifont-90	562,0 °C

Tab. 3: Eutektische Temperaturen.

Metallisches Strontium, in Aluminiumfolie verpackt, ist mit der Tauchglocke unter ständigem Rühren in die Schmelze einzubringen. Sollte dennoch örtliche Überveredelung in der Schmelze stattfinden, hat sie nicht so negative Folgen wie die Natrium-Überveredelung. Das Veredeln mit AlSr-Vorlegierungen verringert die Schmelzequalität nicht so stark wie in Abb. 3 auf Seite 27 angegeben. Wichtig ist zu wissen, daß mit steigendem Strontiumgehalt in der Vorlegierung die Ausbeute des wirklich veredelnd wirkenden Strontiums in der Schmelze merklich geringer wird. Eine Ausnahme ist die SrAl-Legierung mit 90% Sr und 10% Al, da diese einen tiefen Schmelzpunkt von 580 °C hat und exotherm in der Schmelze reagiert. Sie muß nicht unbedingt mit der Tauchglocke in die Schmelze eingebracht werden, vielfach genügt das Auflegen der Vorlegierung auf die Schmelze.

Die Gehalte von veredelnd wirkendem Strontium in der Schmelze sind je nach Silizium-Gehalt der AlSi-Legierungen:

Druckguß	=	60-120 ppm
Kokillenguß	=	80-200 ppm
Sandguß	=	70-150 ppm

In Abb. 11 wird dies verdeutlicht.

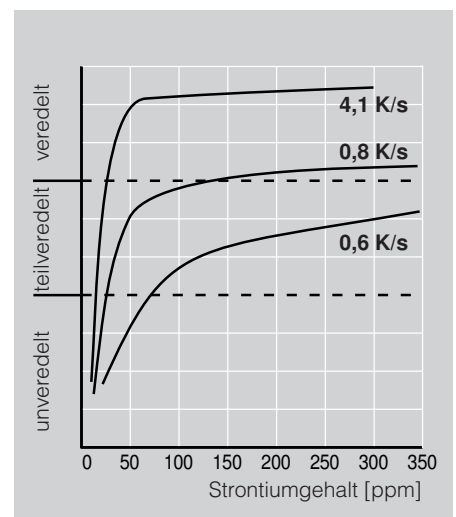


Abb. 11: Notwendige Strontiumgehalte zum Erreichen der Veredelungsgrade bei unterschiedlich schnell erstarrten Gußstücken aus Anticorodal-70.

Natrium	
Schmelzpunkt	98 °C
Verdampfungspunkt	883 °C
Strontium	
Schmelzpunkt	769 °C
Verdampfungspunkt	1384 °C

Tab. 2: Schmelz- und Verdampfungspunkte von Natrium- und Strontium-Metall.

Schwierig zu gießende Kokillengußstücke mit sehr unterschiedlichen Wanddicken werden häufig mit der sogenannten Löffel-Veredelung gegossen. In den leeren Gießlöffel wird die erforderliche Veredelungssalzmenge gegeben und die Schmelze geschöpft. Nach dem Ausreagieren des Salzes wird gegossen. Hierzu eignen sich besonders Veredelungssalze mit Zusätzen aus Bimssteinmehl, die die Reaktionsprodukte adsorbieren und sich auf der Schmelzeoberfläche absetzen.

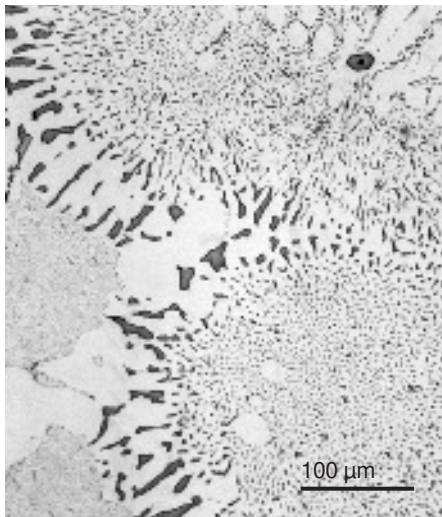


Abb. 12: Überveredelungsadern in AlSi12.

Überveredelung

Die Überveredelung von AlSi-Legierungen durch Natrium und Strontium hat ihre Ursache einmal in den zu hohen Zugabemengen oder in einer zu konzentrierten Zugabe und einer zu langsamen Verteilung der Veredelungsmittel in der Schmelze, wobei eine lokale Überveredelung entsteht. Die Überveredelung durch Dosierungsfehler ist vermeidbar durch Einhalten der Dosierungsvorschriften. Die lokale Überveredelung in der Schmelze ist vermeidbar durch schnelles Verteilen der Veredler im gesamten Schmelzevolumen.

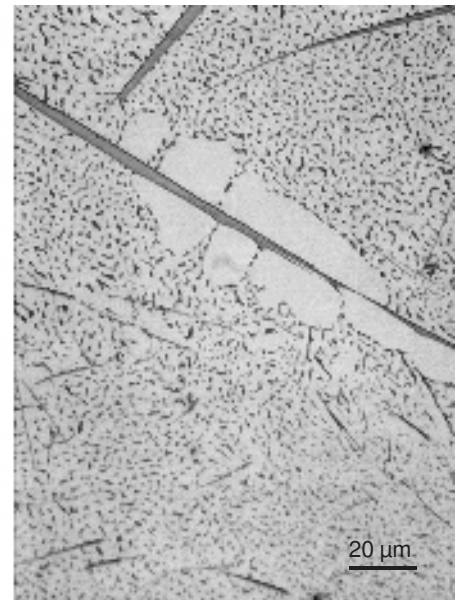
Die Überveredelung durch Natrium gibt eine äußerst schlechte Schmelzequalität und fehlerhaften Guß. Überveredelung durch Strontium hat wenig Einfluß auf die Schmelze- und Gußstückqualität. Ab etwa 120 ppm Natrium in der Schmelze tritt Überveredelung auf, die eine hohe



Abb. 13: Ansammlung von eisenhaltigen intermetallischen plattenartigen Phasen in überveredeltem AlSi12.

Gasaufnahme und hohe Lunkerneigung der Schmelze mit sich bringt. Überveredelte Schmelzen müssen verworfen werden. Nachsetzen von unveredeltem Metall bügelt den Fehler nicht mehr aus. Durch Überveredelung entstehen im Gußgefüge Restschmelzebänder entlang der eutektischen Körner, in denen sich außer Eisen- und Titan-Nadeln auch die neugebildete intermetallische natriumhaltige Phase befindet (Abb. 12).

Auch die örtliche Natrium-Überveredelung in der Schmelze setzt bereits die Schmelzequalität herab und verschlechtert die innere Speisung im Gußstück. Die einmal stattgefundene Überveredelung ist nicht reversibel. Die intermetallischen Phasen des Natriums, Eisens und Titans bleiben erhalten. Sie führen zu lokalen Ansammlungen von intermetallischen eisenhaltigen Platten (Abb. 13). Die örtlich entstandene schlechte Schmelzequalität kann sich in der sonst gesunden Schmelze halten und führt zu Porenbildung dicht unter der Gußstückoberfläche in Gußstückbereichen, die in der Gußform waagrecht oben liegen. Nach dem Gießen sind die Poren nicht sichtbar, erst nach dem Strahlen oder Bearbeiten des Gußstückes treten sie zutage (Abb. 14).



Veredelungsprüfung und deren Überwachung

Die Veredelungsprüfung und deren Überwachung wird in dem Kapitel Schmelzeprüfung ab Seite 38 abgehandelt.

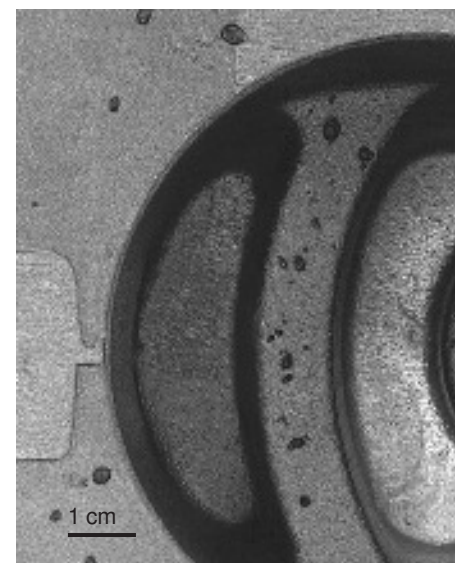


Abb. 14: Gußporen, freigelegt durch Oberflächenstrahlen des Gußstückes.

Ursachen schlechter Schmelzequalität, die zu Gußfehlern führen

Fehler bei der Schmelzeherstellung und dem Schmelzetransport vermindern die Schmelzequalität, von der der Fehlerbefall des Gußstückes, wie Makrolunker, Gasporosität, Schwindungsporosität und Oxideinschlüsse, abhängt.

Fehlerquellen sind:

1. Zu langsames Einschmelzen
2. Nachsetzen von kaltem Metall
3. Berührung der Flamme mit dünnwandigem Kreislaufmaterial
4. Hohe Schmelztemperatur
5. Nicht geeignete Ofenauskleidung
6. Schlechte Ofenwartung
7. Tiegelreaktion
8. Falsche Schmelzebehandlung
9. Turbulenter Schmelzetransport

1. Bei zu langsamem Einschmelzen von Masseln und Kreislaufmaterial wird die teigige Phase lange aufrecht erhalten. Der teigige Zustand muß verhindert werden. Die hierbei entstehenden Oxide des Aluminiums und der Legierungselemente können sich nicht sauber von dem bereits Geschmolzenen trennen, bleiben vorwiegend in der Schmelze und bilden auch Oxidhautkokons (Abb. 1). Außerdem kommt es zu Seigerungen.

Der Abbrand ist hoch. Die teigigbreiige Phase besteht lange in überfüllten Öfen, bei denen der Einsatz nicht an die Schmelzekapazität angepaßt ist. Häufig ist dies bei elektrisch widerstandsbeheizten Schmelzöfen der Fall, die mit verbilligtem Nachtstrom arbeiten. Hierbei können größere eisenhaltige Kristalle entstehen, die plattenförmig das homogene Gußgefüge unterbrechen. Sie stören empfindlich den Kraftlinienfluß im Gußgefüge. An den Plattenrändern werden die Kraftlinien umgelenkt und bilden Spannungsspitzen. Diese können bei dynamischer Beanspruchung des Gußstückes zu Mikrorissen führen (Bild 2). Die innere Speisung im Gußstück wird von diesen eisenhaltigen Platten behindert.

2. Nachsetzen von kalten Masseln und Kreislaufmaterial führt zu örtlichen Unterkühlungen in der Schmelze, wodurch sich die Oxidschläuche der Masseln und des Kreislaufmaterials nicht einwandfrei von der Schmelze trennen. Seigerungen treten auf, wobei Mangan die Ausscheidung harter Kristalle begünstigt. Es entstehen AlFeMnSi-Kristalle mit der Größe von 10-100 µm. Im Gußgefüge können diese Ausscheidungen als zerklüftete bis kompakte hexagonale Kristalle auftreten (Abb. 3). Die Mikrohärtigkeit dieser Kristalle beträgt 200-750, wobei die kompakten hexagonalen Kristalle die höchste Mikrohärtigkeit aufweisen und sogar auf Werte von 800-1000 Mikrohärtigkeit kommen (Abb. 4).

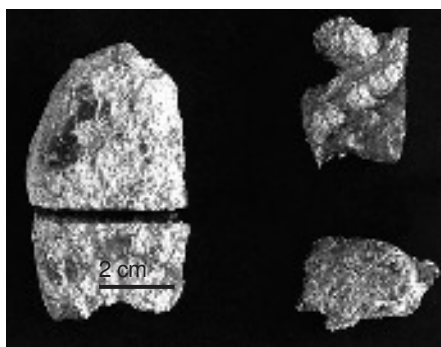


Abb. 1: Oxidhautkokons.

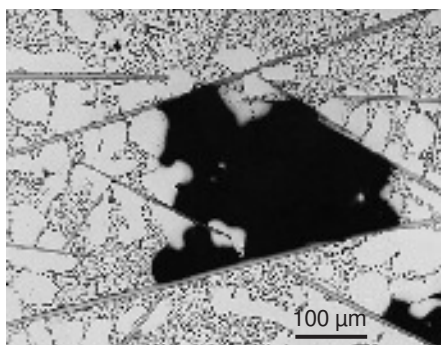


Abb. 2: Ausgeseigerte AlFeSi-Platten.

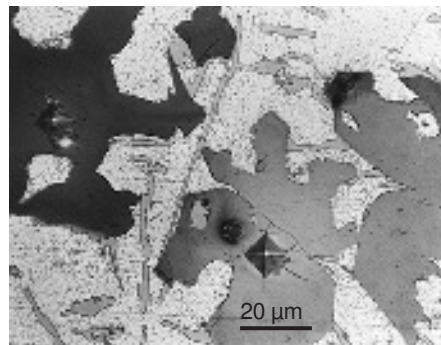


Abb. 3: Kompakte AlMnFeSi-Ausscheidungen.

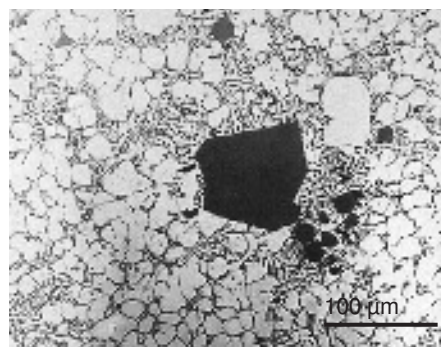


Abb. 4: Pseudohexagonale AlMnFeSi-Kristalle.

3. Kleinstückiges, schieferiges Kreislaufmaterial oxidiert lebhaft, wenn es mit der Schmelzflamme in Berührung kommt. Dabei entstehen Oxide wie in Abb. 5. Oxide in dieser geschlossenen Form verbleiben hartnäckig in der Schmelze. Erst wenn es gelingt die Oxidhaut aufzureißen, kann die Schmelze von den Oxiden gereinigt werden.

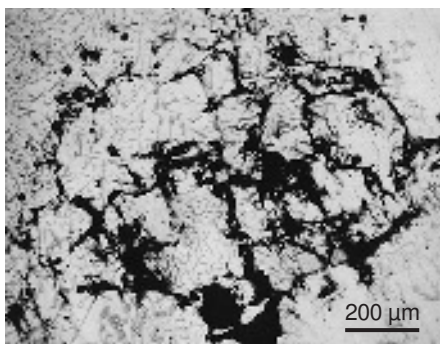


Abb. 5: Zusammengeballte Oxidhäute, Oxidknäuel.

4. Temperaturen über 800 °C schädigen merklich die Aluminiumschmelze. Die Gas- und Oxidaufnahme nimmt bei hohen Temperaturen rasch zu, besonders bei hoher Luftfeuchtigkeit. Die Reaktionsfreudigkeit mit feuerfesten Materialien steigt.

5. Nicht für Aluminiumschmelze geeignete feuerfeste Auskleidungen der Öfen reagieren mit der Schmelze. Die Reaktionsprodukte verunreinigen die Schmelze (Abb. 6); es kommt zu einem Verzerren des Ofenfutters. Bei der Auswahl der feuerfesten Auskleidung ist auf das amphotere Verhalten des Aluminiums zu achten.

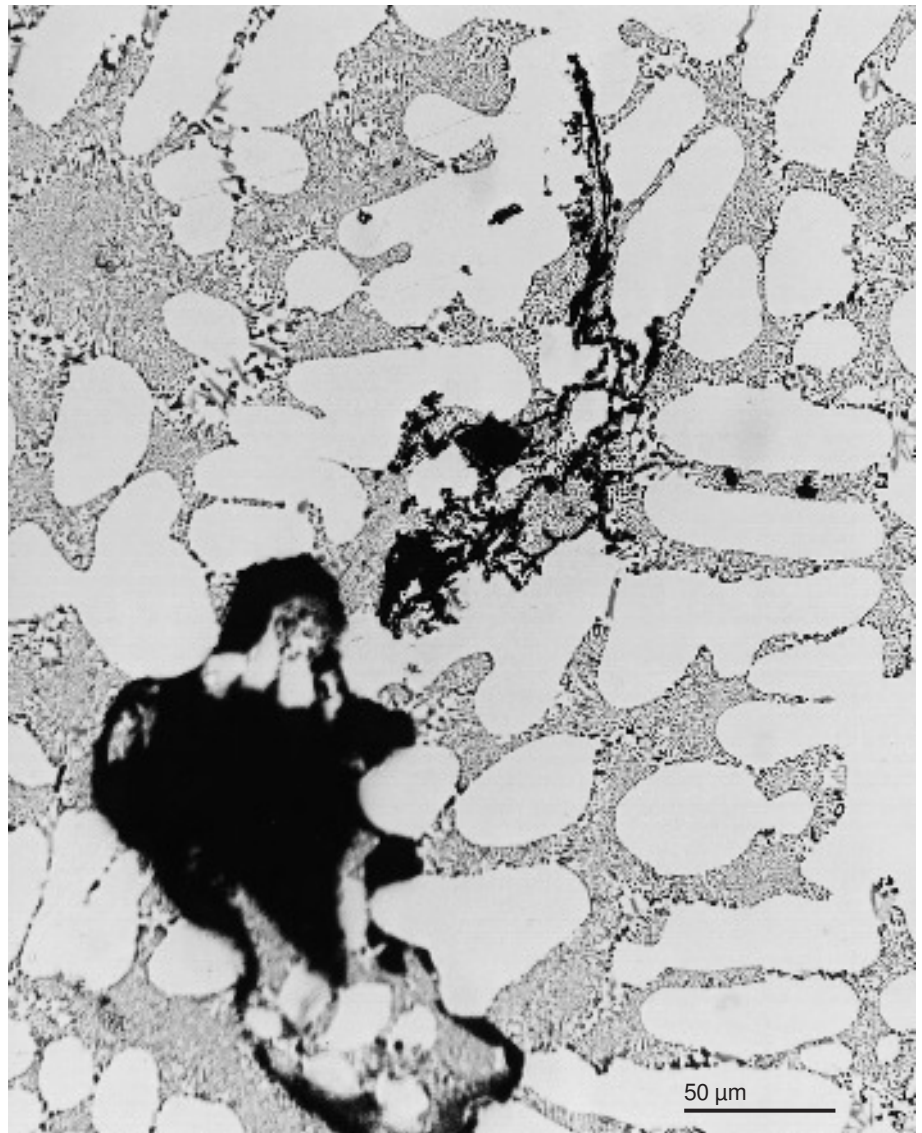


Abb. 6: Reaktionsblase mit Oxidhautnest.

6. Nicht sauber gehaltene Öfen und Tiegel geben Oxiden die Möglichkeit zum Kristallisieren. Abb. 7 gibt kristallisierte Oxide wieder, die von amorphen Oxiden umgeben sind. Die Kristalle bestehen aus Korund (Al_2O_3), Periklas (MgO), Spinell (MgAl_2O_4), Oxidhydrat (OAlOH), Zirkoniumoxid (ZrO_2) und Quarz (SiO_2).

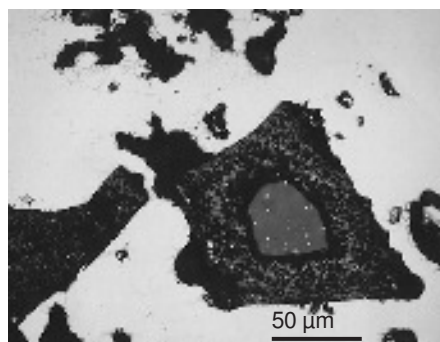
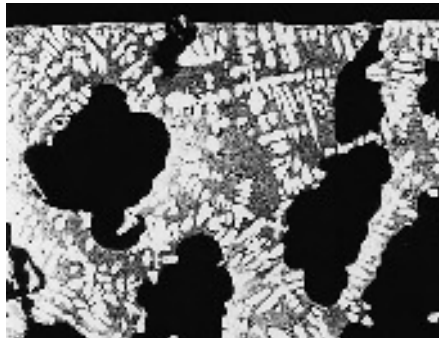


Abb. 7: Kristallisierte Oxide.



Abb. 8: Makrolunker, bestehend aus Mikrolunkern.



7. Reaktionen der Schmelz- und Warmhaltetiegel mit Aluminium-Schmelze sind möglich, wenn sie vor dem Gebrauch nicht bei etwa 800 °C mehrere Stunden im Ofen geglüht werden. Das gilt für Ton-Graphit-Tiegel und auch für Silizium-Karbid-Tiegel. Die Reaktionen verschlechtern die innere Dichtspeisung im Gußstück, so daß Schwindungsporosität und sogar Makrolunker auftreten. An Materialanhäufungen des Gußstückes treten Makrolunker auf, die sich meistens aus vielen kleinen Mikrolunkern zusammensetzen (Abb. 8). Die Reaktionsprodukte in der Schmelze führen selbstverständlich auch zu Einschlüssen im Gußgefüge; wegen der Farbe werden sie meistens als schwarze Einschlüsse bezeichnet. Der Einschluß besteht aus Magnesiumoxid, Strontiumoxid und Eisen, wie aus den Röntgen-Verteilungsbildern (Abb. 9) hervorgeht. Ist die Reaktion der Schmelze mit dem Tiegelmateriale lebhafter und die Reaktionszeit länger, bildet sich im Gußgefüge eine Kombination von Mikrolunkern mit Reaktionsprodukten. Diese Mikrolunker werden von oxidischen Bestandteilen aus Kalzium, Magnesium und Silizium saumartig umschlossen. Auch Kohlenstoff ist im Saum enthalten. Dieser stammt aus dem Tiegelmateriale des Ton-Graphit-Tiegels (Abb.10).

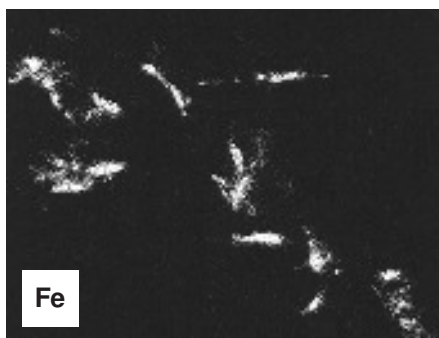
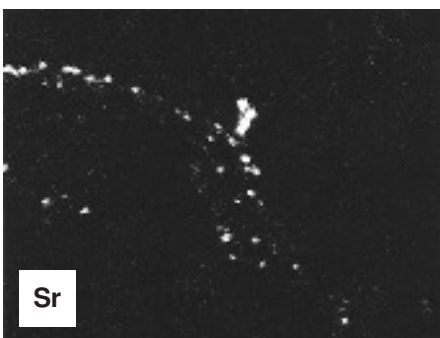
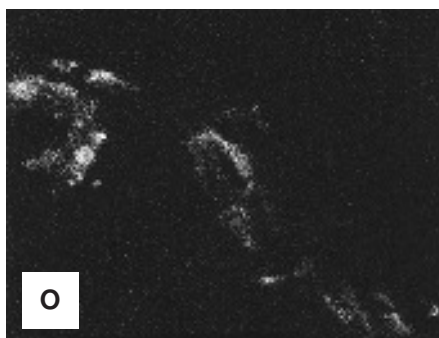
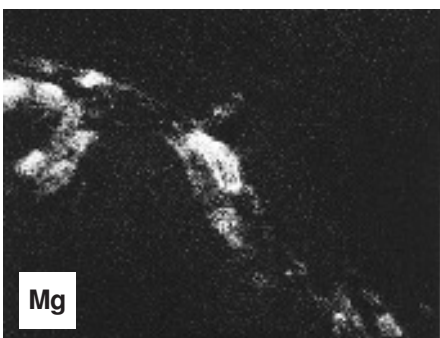
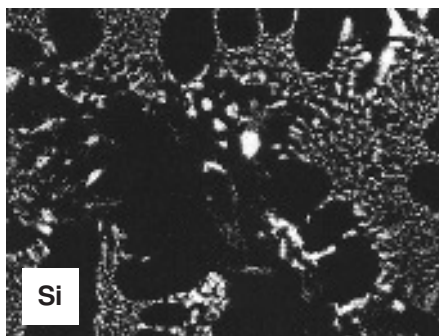
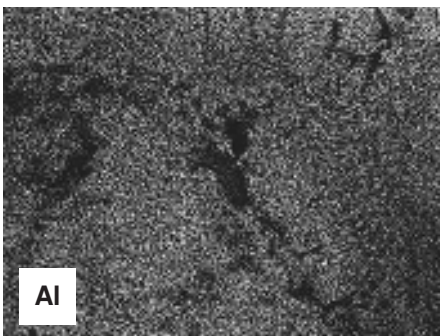


Abb. 9: Mikrosonden-Untersuchung eines schwarzen Einschlusses. Röntgen-Verteilungsbilder.

8. Zu lebhafte Badbewegung beim Entgasen der Schmelze muß vermieden werden. Die aufsteigenden Blasen des Reinigungsgases dürfen nicht die Badoberfläche in die Schmelze einrühren (blubbern). Schmelzen können aber auch durch die unsachgemäße Kornfeinung und Veredelung verdorben werden, wie in den Kapiteln Kornfeinung ab Seite 24 und Veredelung ab Seite 27 berichtet wird.

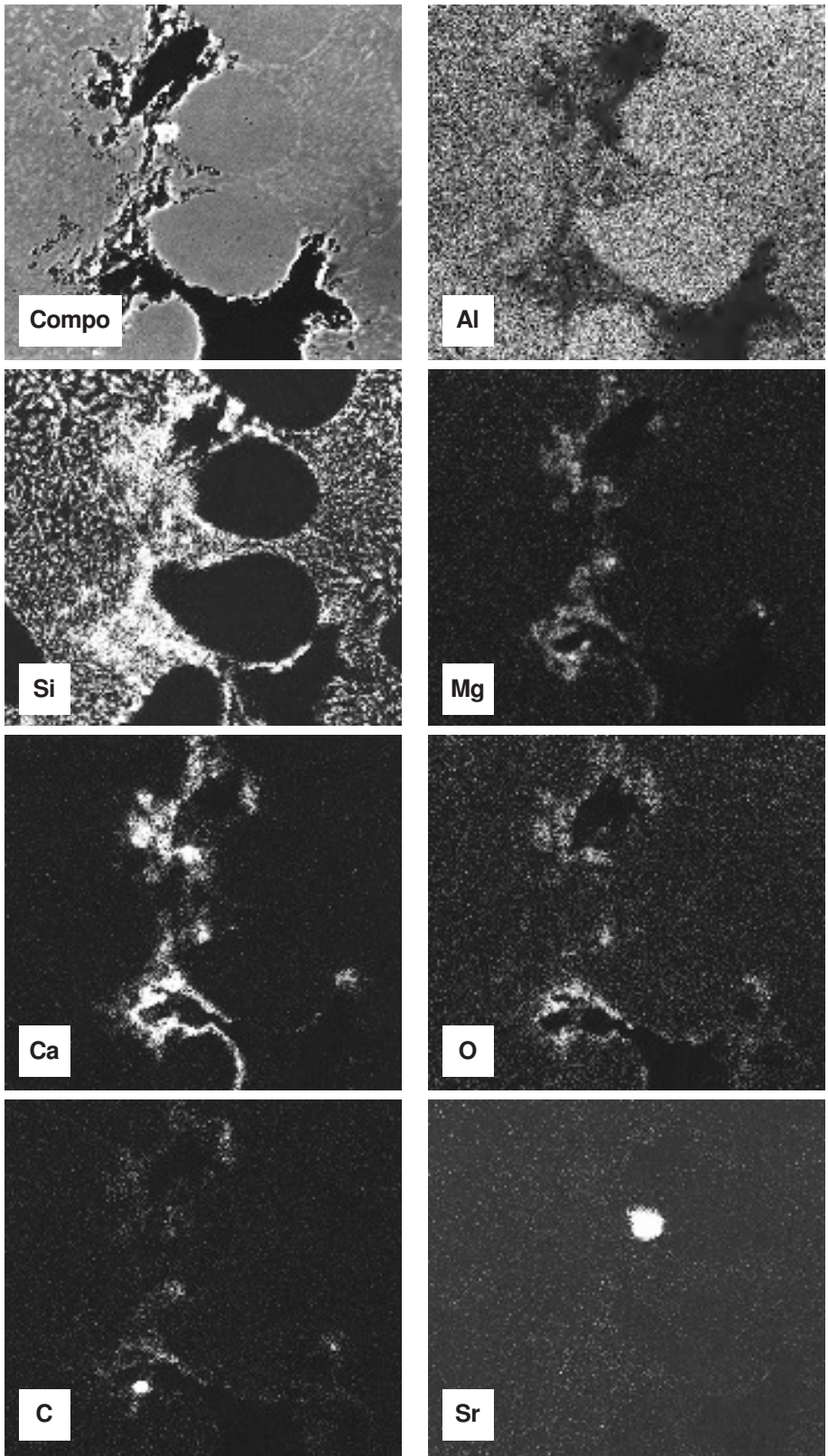


Abb. 10: Mikrosonden-Untersuchung von Mikrolunkern mit Saum aus oxidischen Bestandteilen. Röntgen-Verteilungsbilder.

9. Beim Umschütten und Überführen von Aluminiumschmelzen darf der Gießstrahl keine Turbulenzen entwickeln. Er muß laminar und von geschlossener Form sein. Der freie Fall ist durch Verwendung von geeigneten Rinnen- oder Rohrsystemen zu vermeiden. Turbulente Metallströme reißen nicht nur Luft, sondern auch den sich immer wieder neu bildenden Oxidschlauch der Schmelze mit. Den durch fehlerhaftes Metallumfüllen entstandenen und abgerissenen Oxidschlauch mit Luftblasen im Gußgefüge gibt Abb. 11 wieder.

Wie unsachgemäßes Umschütten oder Überführen die Qualität der Schmelze verschlechtert, belegt die Unterdruck-Dichteprobe. Eine Schmelze mit einer Dichte von $2,65 \text{ g/cm}^3$ wurde aus dem Ofen in eine Pfanne in freiem Fall geschüttet; die Fallhöhe betrug $2,10 \text{ m}$. Nach der turbulenten Überführung hatte die Schmelze in der Pfanne nur noch eine Dichte von $2,43 \text{ g/cm}^3$. Nach Einsatz eines berechneten Rohrsystemes zum Umfüllen, stieg die Schmelzequalität in der Pfanne an; die Dichte betrug nun $2,55 \text{ g/cm}^3$.

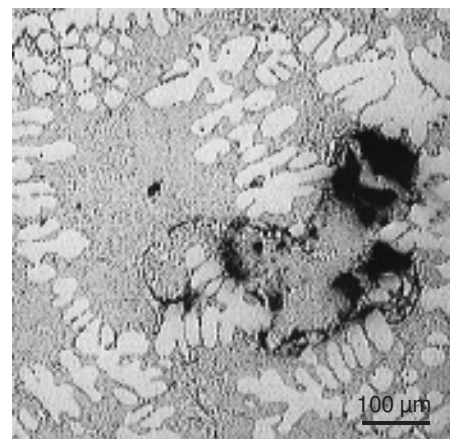


Abb. 11: Oxidschlauch mit Luftblasen im Gußgefüge.

Schmelzeverunreinigungen

Alle Fehler, die beim Einschmelzen von Masseln und Kreislaufmaterial, Schmelzetransport und Schmelzeumfüllen sowie Schmelzebehandlung gemacht werden können, führen zu einer schlechten Schmelzequalität, verursacht durch Oxide sowie hohen Wasserstoffgehalt. Siehe Kapitel ab Seite 36: Ursachen von schlechten Schmelzequalitäten, die zu Gußfehlern führen.

Drei Arten von Oxiden sind zu unterscheiden:

Kompaktes Oxid, flockiges Oxid und Oxidhäute (Abb. 1). Kompaktes und flockiges Oxid lassen sich relativ leicht aus der Aluminiumschmelze entfernen; Oxidhäute dagegen nicht. Sie sind Feinstoxide und mit dem Plankton im Meer zu vergleichen.

Wasserstoff kommt in Aluminium-Gußlegierungsschmelzen in zwei Formen vor: Als in der Schmelze atomar gelöster Wasserstoff und als molekular ausgeschiedenes Gas, meist vergesellschaftet mit Feinstoxiden (Abb. 2).



Abb. 2: Ansammlung von Oxidhäuten mit eingeschlossenen Gasblasen.

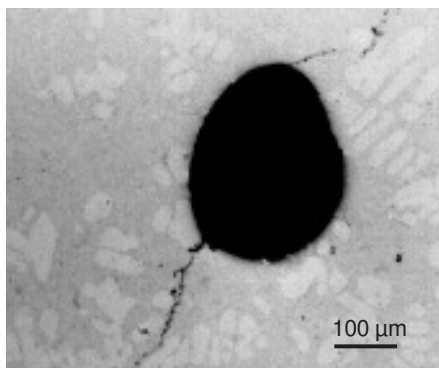
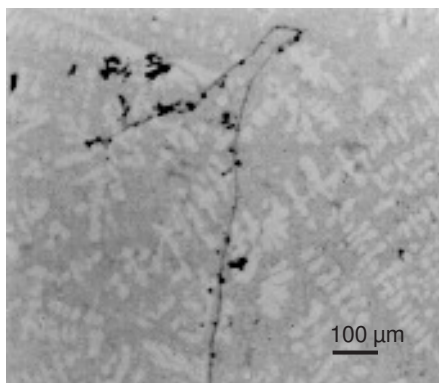
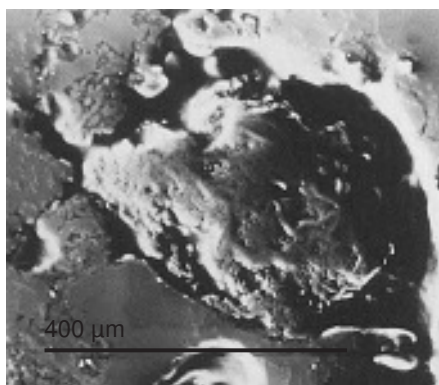
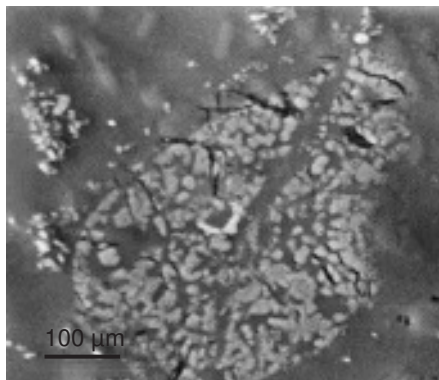


Abb. 1: Verschiedene Oxidarten (von oben): Kompaktes Oxid; flockenartiges Oxid; Oxidhaut; Oxidhaut mit Gasblase.

Reinigungsablauf

Groboxide lassen sich im allgemeinen leichter aus der Schmelze entfernen und zwar mechanisch filternd und spülend. Feinstoxide in Schmelzen waren früher nur zu entfernen mit chlorierend-reduzierenden Reaktionen über Salzttabletten, die Chlor- und Kohlenoxide freisetzen. Heute ist die Feinstoxidentfernung aus der Schmelze mit dem Rotor mittels inertem Gas möglich. Dieses Verfahren hat die Unterdruck-Reinigung (Vakuum-Entgasung) der Schmelze abgelöst.

Der molekular ausgeschiedene Wasserstoff verbleibt hartnäckig in der Schmelze, wenn er an Feinstoxiden angelagert ist. Die Entfernung dieses Wasserstoffes bedeutet restloses Entfernen von Feinstoxiden. Diese Eigenart des freien Wasserstoffes wird genutzt bei sehr stark oxidisch verunreinigten Schmelzen. Die Schmelze wird absichtlich mit Wasserstoff be- und entgast. Dieser Vorgang wird mehrmals wiederholt bis die Schmelze oxidfrei ist.

In der Schmelze atomar gelöster Wasserstoff kann durch eingeleitete oder aus Salzttabletten freigesetzte reaktive Gase auf physikalisch-chemischem Weg aus der Schmelze entfernt werden. Auch durch inerte Gase wird gelöster Wasserstoff durch die Partialdrucksenkung auf physikalischem Weg aus der Schmelze entfernt. Die Druckabsenkung bei der Vakuumentgasung verringert den Wasserstoffpartialdruck an der Schmelzoberfläche sehr stark, so daß der gelöste Wasserstoff sehr schnell aus der Schmelze entweicht. Die aufsteigenden Wasserstoffbläschen haben einen Spüleffekt auf die oxidischen Verunreinigungen.

Schmelzereinigungsverfahren

Schmelzereinigung mittels Waschsalsen wird in Gießereien nicht mehr durchgeführt. Zu Tabletten gepreßte Salze sind immer noch angewandte Schmelzereinigungsmittel. Diese werden mit einer trockenen, geschlichteten Lochglocke auf den Boden des Tiegels gebracht.

Zur Anwendung kommen folgende Tabletten:

- Spülgastabletten,
- chlorierend wirkende Tabletten,
- Trigastabletten und
- chlorierend-reduzierende Tabletten.

Spülgastabletten setzen Stickstoff in atomarem Zustand frei. Sie wirken naturgemäß rauch- und geruchlos. Aus 1 kg Tabletten sind bei Schmelzetemperaturen um 720 °C zwischen 150 und 350 l Stickstoff zu erwarten.

Chlorabgebende Salzttabletten enthalten 30 -100% Hexachloräthan. Der Wirkungsgrad chlorierend wirkender Salzttabletten ist nicht nur abhängig von der Art des Verdünnungsmittels, sondern hauptsächlich vom Grad der Verdichtung, vom Verhältnis des Tabletengewichts zur Tablettenoberfläche, sowie von der Partikelgröße.

Aus 1 kg Trigassalzttabletten werden bei 720 °C insgesamt 500 l Spül- und Reaktionsgase wie atomares Chlor, atomarer Stickstoff und Kohlenoxide freigesetzt. Diese sind sowohl gegen Groboxide, als auch gegen Feinstoxide wirksam. Besonders wirksam sind chlorierend -reduzierende Salzttabletten. Ein Kilogramm dieser Tabletten ergeben 800 l Reaktionsgase bei 720 °C, u.a. Chlor und Kohlenoxide.

Die Schmelzereinigung mit der Spüllanze kann mit inerten Gasen, wie Argon, Stickstoff, oder reaktiven Gasen wie Chlor und Schwefelhexafluorid durchgeführt werden. Häufig werden auch Gasgemische inerter und reaktiver Gase verwendet. Wichtig ist es, die Gase in feinverteilter Form in die Schmelze zu bringen. Deshalb muß die Lanze am Ende einen feinporösen Kopf besitzen. Die Gasbehandlungszeit ist sehr lang und kühlt die Schmelze stark ab.

Die Schmelzereinigung durch Unterdruck- bzw. Vakuumentgasung hat keinen Magnesium- und Strontiumabbrand und hält bei veredelten Schmelzen den Natriumverlust in Grenzen. Durch die Druckabsenkung auf 1-3 mbar wird der Wasserstoffpartialdruck an der Badoberfläche stark verringert, so daß der gelöste Was-

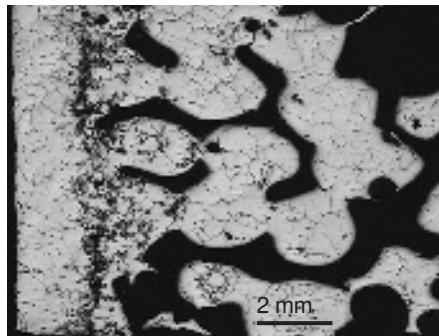


Abb. 3: Schaumkeramikfilter; schwarz = Keramik. Durchströmung von links nach rechts.

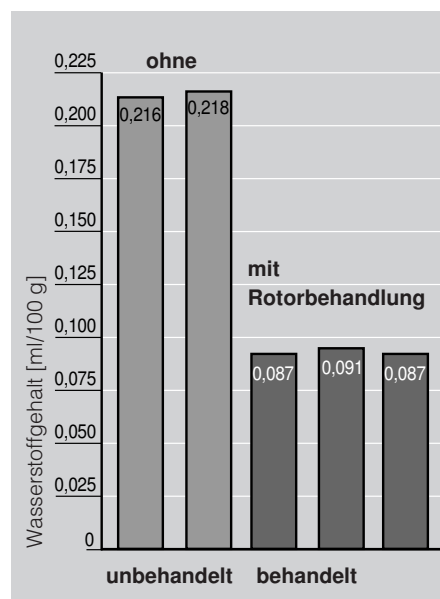


Abb. 4: Wirkung eines Rotors im Durchlaufreinigungsverfahren.

serstoff sehr schnell aus der Schmelze entweicht. Der geringe Druck an der Badoberfläche ist in der Schmelze wegen des metallostatischen Druckes nicht vorhanden. Der Druck beträgt 10 cm unter der Badoberfläche bereits 25 mbar. Deshalb muß mit einer Spüllanze die Schmelze so umgewälzt werden, daß das gesamte Metall mit der Badoberfläche in Berührung kommt. Die Unterdruckeinrichtungen sind öfters beheizt, weil die Schmelzebehandlung 5-30 Minuten dauern kann.

Der Keramikfilter hat sich bewährt vor allen Dingen in Druckgießereien, die ihren eigenen Kreislauf umschmelzen.

Der Filter hält alle Oxidarten und auch den größten Teil des Wasserstoffes zurück (Abb. 3). Nach dem Gebrauch muß der Filter ständig beheizt werden, um ein Erstarren der Schmelze in den Porenzellen des Filters zu vermeiden. Mit einem quadratischen Keramikfilter mit 450 mm Kantenlänge können etwa 20 t Schmelze gereinigt werden. Die gleichen Keramikfilter in kleineren Abmessungen verwendet der Gießer im Anschnittsystem beim Sand- und Kokillenguß.

Heute ist die Oxid- und Wasserstoffentfernung aus Schmelzen durch Gasrotoren die wirkungsvollste und schnellste Methode. Als Faustregel für die wirkungsvolle Reinigung:

Umdrehungsgeschwindigkeit des Rotors = 500-600 U/min
 Behandlungszeit = 6-10 Minuten
 mit 7-10 l/Minute Argon oder Stickstoff für 600 kg Schmelze.

Wenn Stickstoff verwendet wird, sollte auf die wasserfreie Variante geachtet werden (Qualität 5.3). Auch die Schmelzereinigung im Durchlaufverfahren ist mit dem Rotor möglich (Abb. 4).

Kokillen- und Druckgießer verwenden als Spülgas auch Formiergas, bestehend aus Argon und Wasserstoff, wenn die Schmelze zur Verhinderung von Lunkern und Schwindungsporen einen gewissen Wasserstoffgehalt besitzen muß. Verwendet wird hierfür hauptsächlich das Gasgemisch aus 70% Ar und 30% H₂.

Reinigen von veredelten Schmelzen

Um den Natrium- und Strontiumabbrand in veredelten Schmelzen zu verhindern, ist nur eine kurzzeitige Spülgasbehandlung erlaubt. Die beste Reinigung wird nicht mit Spülgas sondern mit stickstoffabgebenden Salzttabletten erzielt. Auch mit Keramikfiltern lassen sich veredelte Schmelzen ausreichend reinigen. Die Unterdruck-Entgasung war lange Zeit führend für die Reinigung von veredelten Schmelzen. Die Reinigung wurde wirkungsvoll unterstützt durch die Stickstoff- oder Argoneinleitung auf dem Boden der Schmelze. Die beste Reinigung veredelter Schmelzen wird mit dem Gasrotor erzielt, s. Kapitel Veredelung ab Seite 27.

Schmelzprüfung

Um ein fehlerloses Gußstück gießen zu können, muß die Schmelzequalität einwandfrei sein. Über die Schmelzequalität machen der Dichte-Index, die Kornfeinungszahl, der Veredelungsgrad bei AlSi-Legierungen und der Gasgehalt eine Aussage. Der Dichte-Index läßt sich mit Hilfe der Unterdruckdichte-Messung und die Kornfeinungszahl sowie der Veredelungsgrad mit der Thermoanalyse bestimmen. Der Gasgehalt wird mit dem Aluminium-Schmelzetester gemessen. Mit Hilfe dieser Prüfungen kann für jedes Gußstück die erforderliche Schmelzequalität für einen gesunden Guß in kurzer Zeit eingestellt werden.

Unterdruckdichte-Bestimmung

Bei dieser Prüfmethode erstarrt eine Schmelzemenge von etwa 80 g in einem geschichteten Eisentiegel in einer Vakuumkammer bei einem Unterdruck von 80 mbar. Die Erstarrungszeit der Probe ist legierungsabhängig und liegt bei etwa 6 Minuten. Parallel dazu erstarrt eine Probe im Eisentiegel bei atmosphärischem Druck. Von beiden Proben wird die Dichte nach dem archimedischen Prinzip bestimmt. Den Einfluß des Druckes auf das Gefüge der Dichteprobe aus einer Schmelze von Anticorodal-70 dv mit Strontium-Veredelung macht Abb. 1 deutlich.

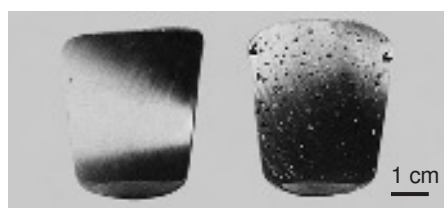


Abb. 1: Aufgeschnittene Proben einer Unterdruckdichte-Prüfung mit Anticorodal-70 dv.

Die unter atmosphärischem Druck erstarrte Probe hat ein wesentlich dichteres Gußgefüge und somit eine höhere Dichte von $2,62 \text{ g/cm}^3$. Dagegen besitzt die unter 80 mbar erstarrte Probe ein aufgelockertes poriges Gefüge und eine geringere Dichte von $2,35 \text{ g/cm}^3$. Der Dichte-Index beträgt 10,3 % und errechnet sich nach folgender Formel:

$$Di[\%] = \frac{\rho_{1000 \text{ mbar}} - \rho_{80 \text{ mbar}}}{\rho_{1000 \text{ mbar}}} \times 100$$

Erfahrungsgemäß sind für guten Guß folgende Mindestwerte der 80 mbar - Unterdruckdichte für die Legierungsgruppen erforderlich:

AlSi-Legierungen	2,55 g/cm ³
AlCu-Legierungen	2,65 g/cm ³
AlMg-Legierungen	2,55 g/cm ³
AlZnSi-Legierungen	2,75 g/cm ³
AlSiCu-Legierungen	2,65 g/cm ³

Der Dichte-Index von 10,3 % ist zu groß, um ein Gußstück mit gesundem Gefüge gießen zu können. Jedes Gußstück hat seinen optimalen Dichte-Index. Die Erfahrung lehrt, daß der Dichte-Index im Mittel 4% nicht übersteigen sollte. Manche anspruchsvollen Gußstücke verlangen für einen gesunden Guß höhere 80 mbar-Unterdruckdichte-Werte.

Die Abhängigkeit des Porenvolumens im Guß von der Unterdruckdichte gibt Abb. 2 wieder, das auch die Erstarrungszeit berücksichtigt.

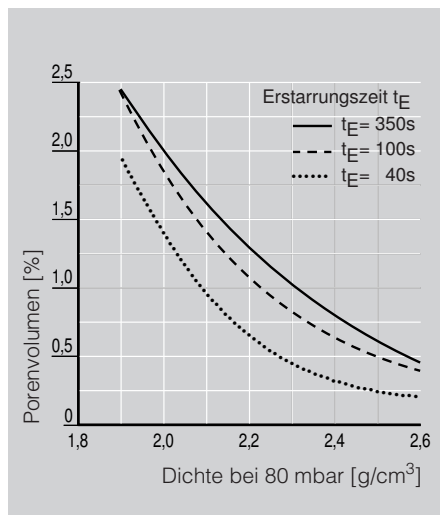


Abb. 2: Abhängigkeit des Porenvolumens in Gußgefüge von der Unterdruckdichte bei 80 mbar.

Den Einfluß der Erstarrungszeit auf das Porenvolumen im Gußgefüge für verschiedene Unterdruckdichten zeigt Abb. 3. Hieraus geht hervor, daß bei einer sehr niedrigen Unterdruckdichte eine hohe Erstarrungsgeschwindigkeit kaum noch einen Einfluß auf ein geringeres Porenvolumen im Gußgefüge hat.

Abb. 4 zeigt ein Beispiel für die Überwachung der Schmelzequalität einer Zylinderkopf-Legierung im Gießofen während des Chlorierens und Abstehens mittels Unterdruckdichte-Probe. Nach Überführung aus dem Trommelofen in den Gießofen hat die Schmelze eine Dichte von $2,11 \text{ g/cm}^3$. Während der 150minütigen Korrektur der chemischen Zusammensetzung ändert sich die Dichte auf $2,20 \text{ g/cm}^3$. Nach 60 Minuten Chlorbehandlung der Schmelze steigt die Dichte auf $2,48 \text{ g/cm}^3$. 30 Minuten Abstehenlassen der Schmelze nach der Chlorbehandlung bringt einen Anstieg der Dichte auf $2,70 \text{ g/cm}^3$.

Wie die Schmelzequalität durch die Veredelungsbehandlung gemindert wird, zeigt Abb. 3 auf Seite 31 unter dem Kapitel Veredelung.

Thermoanalyse

Die Unterdruckdichte-Prüfung der Schmelze allein reicht nicht aus, um ein gesundes, dichtes Gußstück zu gießen.

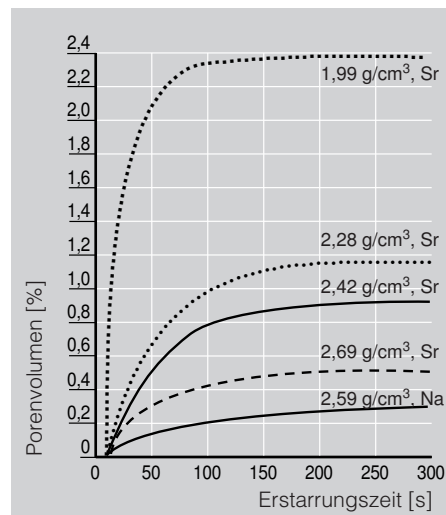


Abb. 3: Abhängigkeit des Porenvolumens im Gußgefüge von der Erstarrungszeit für Schmelzen mit verschiedenen Unterdruckdichten.

Denn ein guter niedriger Dichte-Index sagt nichts über das Wachstum der Aluminium-Mischkristalle, die Dendriten, aus. Es ist durchaus möglich, daß trotz gutem Dichte-Index das Wachstum der Dendriten zu stark ist und Undichtigkeiten in dünnen Wanddicken des Gußstückes verursacht. Über den Keimzu-

stand der Schmelze, insbesondere über das Wachstum der Primärausscheidung -der Dendriten- gibt aber die Thermoanalyse Auskunft.

Kornfeinungsüberwachung

Der Kurvenverlauf bei der Primärausscheidung ist eine Aussage für die Korngröße, die der Rechner des Thermoanalyse-Gerätes als Kornfeinungszahl KF angibt. Abb. 5 zeigt einen flachen Verlauf der Primärausscheidung mit einer hohen Kornfeinungszahl von $KF = 13,5$. Die Primärausscheidung in dem zweiten Diagramm des Bildes hat einen stärker ausgeprägten Kurvenverlauf mit der ausgeworfenen Kornfeinungszahl $KF = 9,4$.

Zur Vermeidung von Volumendefiziten im Gußstück soll die Kornfeinungszahl KF über 9 liegen.

Die maximalen Kornfeinungswerte sind in folgender Tabelle festgehalten:

Sf-13, Sf-20,	= 14,1
Sf-30,	= 14,9
Uf-90,	= 13,4
Ac-70, Ac-71, Ac-72, Ac-78 dv	= 15,7

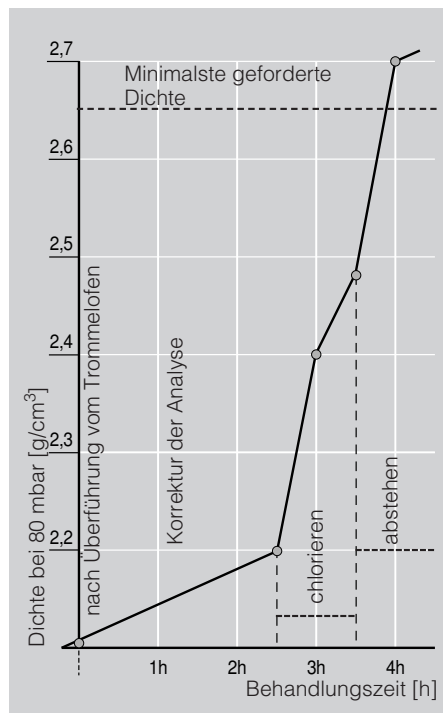


Abb. 4: Überwachung der Schmelze einer Zylinderkopfflegierung während der Behandlungen.

Da die Kornfeinungszahl und der Veredelungsgrad gegenläufig sind, sollte nicht die höchste Kornfeinungszahl angestrebt werden, um eine gute Veredelung des Gußstückes zu gewährleisten. Sinnlos ist es, der Schmelze noch Kornfeinungsmittel zuzusetzen, wenn die genannten maximalen Kornfeinungswerte bereits erreicht sind. Dies ist nicht nur unwirtschaftlich, sondern verschlechtert die Veredelung enorm.

Die aufgeführten Kornfeinungszahlen sind Werte des Rechners im Thermoanalyse-Gerät EMTEC, das am häufigsten in den Aluminium-Gießereien vorzufinden ist. In den Rechner ist eine Richtreihe für die Klassifizierung der Korngröße eingegeben, die bei anderen Gerätetypen anders sein kann; z.B. hat die Kornfeinungszahl $KF 9$ eine Kornfläche von $2,5 \text{ mm}^2$.

Veredelungs-Überwachung

Die Überwachung der Veredelung in AlSi-Schmelzen ist mit der Thermoanalyse gut gesichert. Mit dieser wird die Unterkühlung gemessen, das ist die Temperaturdifferenz zwischen der eutektischen Temperatur der unveredelten

Schmelze (siehe Tab. 3 auf S.30) und der eutektischen Temperatur der veredelten Schmelze. Diese Temperaturdifferenz wird auch als Depression bezeichnet. Die Erfahrung lehrt, daß eine Depression zwischen 4 und 6 K eine gute Veredelung sichert. Wegen der langsameren Erstarrung benötigen Sandgußstücke höhere Depressionen als Kokillengußstücke. Jedoch soll bei Sandgußstücken mit Wanddicken von über 40 mm die Depression von 5 K nicht übersteigen, da poriges Gußgefüge auftreten kann. Wie unter Kornfeinung erwähnt, sind Depression, auch Veredelungszahl genannt, und Kornfeinungszahl gegenläufig. Eine sehr starke Veredelung senkt die Kornfeinungszahl, die wegen der beginnenden Mikro- und Groblunkerung nicht unter 9 sinken darf.

Aluminium-Schmelzetester

Beim Aluminium-Schmelzetester erstarren etwa 80 g Schmelze bei zunehmendem Unterdruck in einem Vakuumgefäß mit Sichtglas. Druck sowie Temperatur werden beim Auftreten der ersten Blase an der Probenoberfläche ermittelt und mit Hilfe dieser Werte aus dem Nomogramm der Gas- bzw. Wasserstoffgehalt der Schmelze festgestellt. Sand- und besonders Kokillenguß stellen mit Hilfe des Aluminium-Schmelzetesters den Wasserstoffwert ein, den das Gußstück für ein gesundes Gußgefüge braucht. Feinstoxide und Wasserstoff liegen vergesellschaftet vor, so daß nach einer gründlichen Schmelzereinigung der Wasserstoffgehalt 0,08-0,10 ml/100 g Schmelze betragen kann, was für Kokillenguß durchaus zu tief sein mag. Um Lunkenung zu vermeiden, wird Wasserstoff durch kontrolliertes Begasen der Schmelze auf höhere Werte, z.B. 0,20-0,24 ml/100 g Schmelze, mittels Aluminium-Schmelzetester eingestellt. Für die Schmelzereinigung bei Kokillen und Druckgußlegierungen mittels Rotor hat als Spülgas das sogenannte Formiergas vermehrt Anwendung gefunden. Dieses besteht aus einem Gemisch von Argon und Wasserstoff, z.B. 70% Ar und 30% H_2 . Nach einer Behandlungsdauer von 6-8 Minuten ist der Wasserstoffgehalt 0,20-0,24 ml/100 g Schmelze. Die Überwachung des H_2 -Gehaltes erfolgt mit dem Aluminium-Schmelzetester.

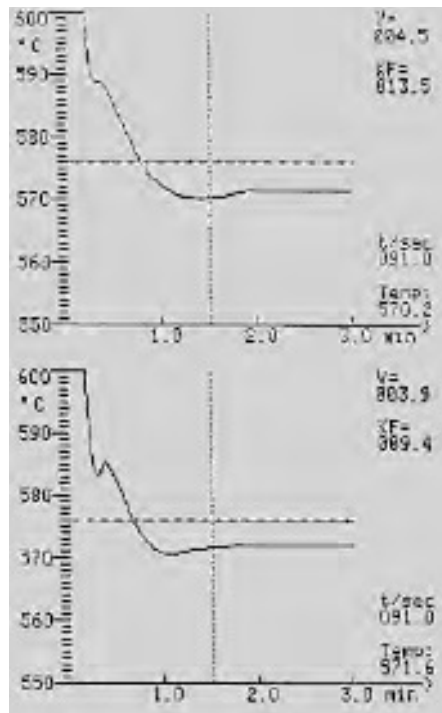


Abb. 5: Ausdrücke der Thermoanalyse.

Warmmaushärtung Wärmebehandlung für Sonderzwecke Selbstaushärtung

Vorwort

Durch eine Wärmebehandlung können die mechanischen Eigenschaften der meisten Aluminiumgußlegierungen in weiten Grenzen gezielt verbessert werden. Die Art des Verfahrens wird durch die beabsichtigte Wirkung bestimmt und richtet sich nach der Gußlegierung, dem Gießverfahren und der Erstarrungszeit.

Bei der wichtigsten Wärmebehandlung, der **Warmmaushärtung**, sind folgende Zustände eines Gußstückes erreichbar:

- warmausgelagert (T6)
- teilausgelagert (T64)
- kaltausgelagert (T4)

Diese Behandlung besteht immer aus dem Lösungsglühen und Abschrecken; die sich daran anschließende Auslagerung erfolgt je nach gewünschtem Zustand in der Wärme oder bei Raumtemperatur. Je nach Wahl der Auslagerungstemperatur und -zeit unterscheidet man die Voll- und die Teilaushärtung. Für die Kaltaushärtung ist nach dem Lösungsglühen und Abschrecken keine weitere Wärmebehandlung erforderlich. Die Gußstücke härten bei Raumtemperatur aus.

Weitere Wärmebehandlungsverfahren für Gußstücke sind:

- Glühen**
- Entspannungsglühen**
- Stabilisieren**
- Warmauslagern**
- Überaltern**

Selbstaushärtende Legierungen sind Legierungen, bei denen durch die bewußte Wahl der Zusammensetzung, allein die Lagerung der Gußstücke ohne jede Wärmebehandlung eine erhebliche Steigerung der Härte und Festigkeit erbringt.

Warmmaushärtung

Das Warmmaushärten besteht im Normalfall aus drei Behandlungsschritten:

- Lösungsglühen
- Abschrecken
- Warmauslagern oder Teilauslagern oder Kaltauslagern

Beim Aushärten laufen im Aluminiummischkristall Ausscheidungsvorgänge ab. Sie können stattfinden, wenn der Aluminiummischkristall eine mit sinkender Temperatur abnehmende Löslichkeit für einen bestimmten Legierungsbestandteil aufweist. Kühlt man von hoher Lösungsglühtemperatur durch Abschrecken rasch ab, kann sich der im Mischkristall gelöste Gefügebestandteil nicht ausscheiden. Der so übersättigte Mischkristall ist bestrebt, diesen Bestandteil während der Auslagerung wieder auszuscheiden und sich dem Gleichgewichtszustand zu nähern.

Die Warmmaushärtung kann wiederholt werden. Es besteht aber die Gefahr der Kornvergrößerung. In diesem Fall sind die mechanischen Eigenschaften der Gußstücke nicht mehr optimal.

Lösungsglühen

Durch das Lösungsglühen werden die aushärtenden Bestandteile der Legierung in größerer Menge in Lösung gebracht, als es dem Gleichgewicht bei Raumtemperatur entspricht. Außerdem wird bei AlSi-Legierungen das eutektische Silizium eingeformt. Temperatur und Zeit müssen aufeinander abgestimmt sein und haben die aus der Erstarrungszeit des Gußstückes bedingte Größe der Gefügebestandteile zu berücksichtigen.

Die Glüh­temperatur soll so hoch wie möglich liegen, weil die Löslichkeit mit höherer Temperatur stark zunimmt. Sie liegt in der Praxis etwa 10-15 °C unterhalb der Anschmelztemperatur niedr­schmelzender Gefügebestandteile. Die Temperatur muß mindestens auf ± 5 °C genau eingehalten werden.

Die Tabelle auf Seite 41 enthält Richtwerte für die Wärmebehandlung unserer Gußlegierungen.

Beim Lösungsglühen sollte die Temperatur langsam gesteigert werden, um die Kornseigerungen durch Diffusion zu beseitigen. Sonst besteht die Gefahr von An­schmelzung. Bei dickwandigen Sandguß­stücken aus Alufont empfiehlt sich daher eine Stufenglühung: 4-6 h bei 490 °C, anschließend 8-12 h bei 520 °C. Die Glühdauer wird von den Wand­dicken des Gußstückes, dem Gießverfahren und der Lösungsglühtemperatur bestimmt. Die Glühzeit wird ab Erreichen der Endtemperatur gerechnet. Die Auf­heizdauer bleibt unberücksichtigt.

Die aushärtenden Bestandteile gehen umso rascher in Lösung, je feiner das Gußgefüge ist. Für AlSi-Legierungen gilt:

- kürzere Zeit bei Kokillenguß, dünnwandigem Sandguß und höherer Lösungsglühtemperatur
- längere Zeit bei Sandguß, dickwandigem Kokillenguß und niedrigerer Lösungsglühtemperatur.

Da die Gußstücke bei der hohen Glüh­temperatur nur noch eine geringe Festigkeit haben, müssen komplizierte Guß­stücke so gestapelt werden, daß der Verzug durch das Eigengewicht gering bleibt. In wenigen Fällen sind besondere Glühgerüste notwendig.

Das Lösungsglühen von Druckguß­stücken ist wegen der im Gußgefüge je nach Gießtechnik mehr oder weniger eingeschlossenen Gasblasen schwieriger als bei Sand- oder Kokillenguß­stücken. Durch die sehr feinkörnige Erstarrung infolge der hohen Abkühlgeschwindigkeit kann die Lösungsglühung mit gutem Erfolg bei kürzerer Zeit und niedrigerer Temperatur (480-490 °C) erfolgen.

Abschrecken

Durch ein schnelles Abschrecken der heißen Gußstücke wird das Wiederauscheiden gelöster Legierungsbestandteile im Aluminiummischkristall verhindert. Normalerweise wird zum Abschrecken Wasser mit Raumtemperatur verwendet. Das Wasserbad darf sich durch das Abschrecken höchstens auf 60 °C erhitzen. Bei höherer Wassertemperatur besteht die Gefahr der Dampfblasenbildung in Gußstücktaschen und in der Korbmitte.

Markenname	Legierungs- kurzzeichen	Zustand	Lösungs- glüh- temperatur °C	Lösungs- glüh- dauer h	Abschrecken Wasser- temperatur °C	Auslagerungs- temperatur °C	Auslagerungs- dauer h
Anticorodal-04	AlSi0,5Mg	T6 T7	520-530 520-530	6- 8 6- 8	20 20	180-190 220-240	6- 8 4- 6
Anticorodal-50	AlSi5Mg	T6 T4	520-535 520-535	4- 8 4- 8	20 20	155-160 15- 30	7- 9 120
Anticorodal-70	AlSi7Mg0,3	T6 T64	520-545 520-545	4-10 4-10	20 20	155-165 150-160	6- 8 2- 3
Anticorodal-78dv	AlSi7Mg0,3	T6	520-545	4-20	20	145-160	2- 15
Anticorodal-71	AlSi7Mg0,3	T6 T7	520-545 520-545	4- 8 4- 8	20 20	155-165 200-230	6- 8 6- 8
Anticorodal-72	AlSi7Mg0,6	T6 T64	520-545 520-545	4-10 4-10	20 20	155-165 150-160	6- 8 2- 3
Silafont-30 Silafont-31dv	AlSi9Mg	T6 T5	520-535 -	6-10 -	20 Luft	160-170 210-230	6- 8 6- 8
Silafont-32dv	AlSi9Mg1	T6	520-535	6-10	20	160-170	6- 8
Silafont-36	AlSi9MgMn	T6 T7 T5	480-490 480-490 -	2- 5 2- 5 -	20 20 20	155-170 190-230 155-170	2- 3 2- 3 2- 5
Silafont-13 Silafont-12dv	AlSi11	0	520-530	6- 8	20		
Silafont-20	AlSi11Mg	T6 T5	520-535 -	6-10 -	20 Luft	130-170 210-230	6- 8 5- 8
Silafont-70	AlSi12CuNiMg	T6 T5	520-530 -	5-10 -	20-80 Luft	165-185 210-220	5- 8 10-12
Silafont-90	AlSi17Cu4Mg	T6 T7 T5	495-505 495-505 -	7- 9 7- 9 -	20-80 20-80 Luft	165-185 225-235 225-235	7- 9 7- 9 7- 9
Silafont-92	AlSi18CuNiMg	T6 T5	495-505 -	4- 8 -	20-80 Luft	180-190 180-190	7- 9 10-15
Peraluman-36	AlMg3Si	T6	545-555	4- 8	20	160-170	8-10
Peraluman-56	AlMg5Si	T6	540-550	4- 8	20	160-170	8-10
Peraluman-57	AlMg5SiCu	T6 T5	540-550 -	4- 8 -	20-80 Luft	160-170 340-360	8-10 4- 8
Alufont-36	AlSi5Cu3Mg	T6	495-510	4- 8	20	170-180	7-9
Alufont-47	AlCu4TiMg	T4	520-530	8-16	20-80	15-30	120
Alufont-48	AlCu4TiMgAg	T6	525-530	8-16	20-80	160-180	6-7
Alufont-52	AlCu4Ti	T6 T64	525-535 525-535	8-16 8-10	20-50 20-50	160-175 135-145	6- 7 6- 7
Alufont-57	AlCu4NiMg	T6	510-520	3- 5	20-80	160-180	4- 6
Alufont-60	AlCu5NiCoSbZr	T7 T5	535-545 -	10-15 -	80 Luft	210-220 345-355	12-16 8-10

Für Kokillengußstücke sind im allgemeinen die kürzeren Glühzeiten anzuwenden, für Sandgußstücke die längeren. Bei den AlCu- Legierungen gelten die

Angaben für die Lösungsglühung für Gußstücke mit Wanddicken bis 8 mm. Dickwandigere Gußstücke sind bei 10 °C tieferen Temperaturen während 12-18 h

zu glühen. Die Vergleichstabelle zu den Zustandsbezeichnungen ist auf Seite 45.

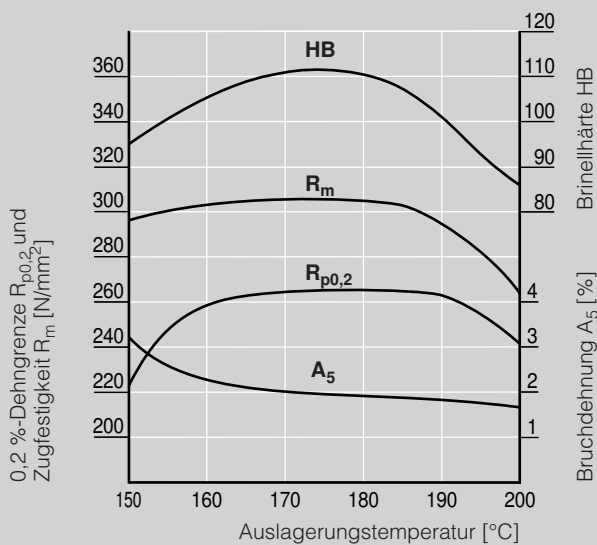


Abb. 1: Einfluß der Warmauslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Silafont-30, AISi9Mg, Sandguß, Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden, Magnesiumgehalt 0,28 %.

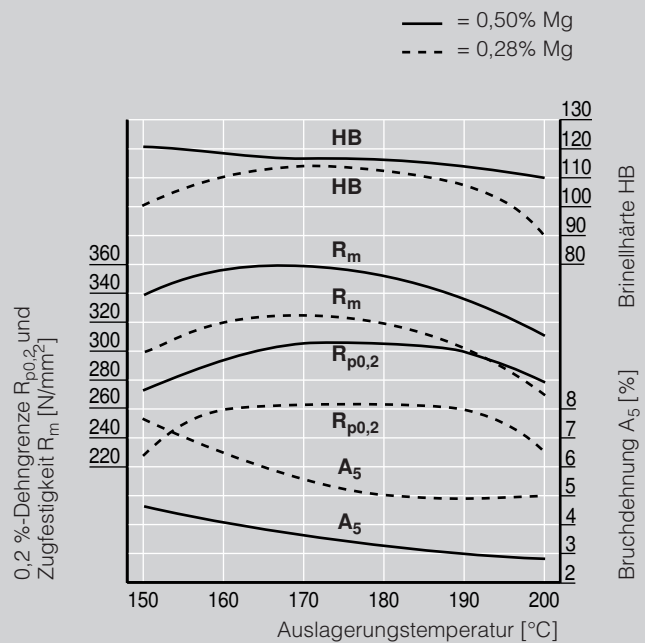


Abb. 2: Einfluß der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Silafont-30 dv, AISi9Mg, Kokillenguß mit 0,28 und 0,50 % Magnesium, Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden.

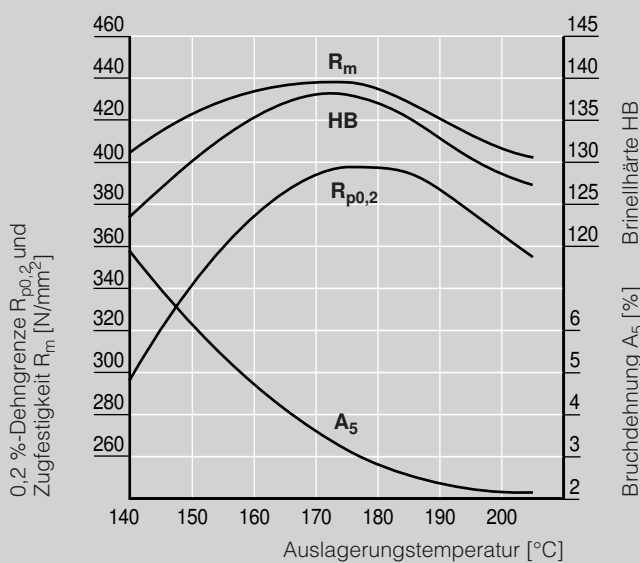


Abb. 3: Einfluß der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Alufont-52, AlCu4Ti, Sandguß, Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden.

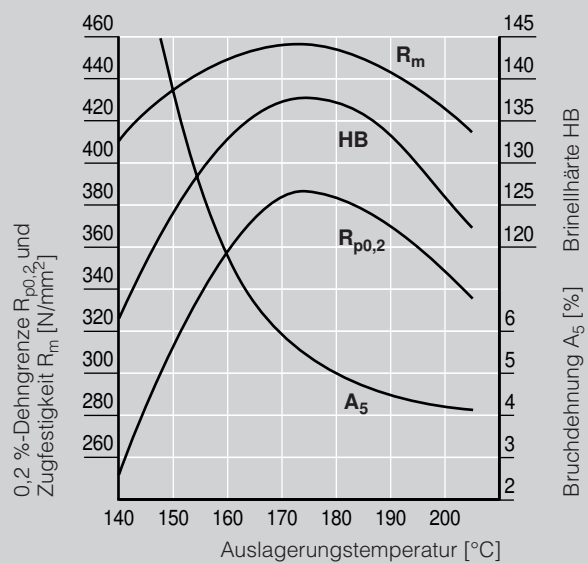


Abb. 4: Einfluß der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Alufont-52, AlCu4Ti, Kokillenguß, Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden.

Die Zeit zwischen Entnahme der Gußstücke aus dem Glühofen und dem Abschrecken soll möglichst kurz sein: 10 Sekunden für dünnwandige, 30 Sekunden für dickwandige Gußstücke. In den Gußstücken können je nach Gestalt, z.B. schroff unterschiedliche Wanddicken große mechanische Spannungen durch das Abschrecken entstehen. Für Gußstücke und Legierungen, die zu hohen Guß- oder Abschreckspannungen neigen, kann die Wassertemperatur bis auf 80 °C erhöht werden. In besonderen Fällen wird ein Abschrecken im Luftstrom oder Wassersprühnebel notwendig.

Sollten Richtarbeiten an den Gußstücken erforderlich sein, sind diese unverzüglich nach dem Abschrecken in dem noch weichen Zustand durchzuführen.

Warmauslagern (T6)

Die Warmauslagerung der Gußstücke nach dem Lösungsglühen und Abschrecken, überwiegend bei 155 - 180 °C, beseitigt den Zwangszustand der in übersättigter Lösung befindlichen Legierungselemente. Durch submikroskopische Ausscheidungsvorgänge erfolgt eine Härte- und Festigkeitssteigerung. Gleichzeitig nimmt die Dehnung stetig ab. Bei längerer Auslagerung wird das Maximum von Härte und Festigkeit überschritten. Durch die Wahl der Aus-

lagerungstemperatur und -zeit können diese Vorgänge gesteuert werden. Die Vorgänge laufen umso schneller ab, je höher die Auslagerungstemperatur ist. Bei zu hoher Auslagerungstemperatur wird das Festigkeitsmaximum nicht erreicht (Abb.5 und 6). Das Warmauslagern wird mit Abkühlen unter 100 °C beendet.

Wenn lösungsgeglühte und abgeschreckte Gußstücke mehrere Stunden bei Raumtemperatur zwischengelagert werden, bevor sie zum Warmauslagern kommen, erreichen Zugfestigkeit, Dehnung und Härte nicht die Maximalwerte.

Teilauslagern (T64)

Die Teilaushärtung ist eine zeitlich verkürzte oder bei tieferer Temperatur durchgeführte Warmauslagerung nach dem Lösungsglühen. Ziel ist eine höhere Bruchdehnung bei nicht maximalen Festigkeits- und Härtewerten.

Kaltauslagern (T4)

Gußstücke aus aushärtbaren Legierungen, z.B. Anticorodal-50 und Alufont-47, aber auch die Druckgußlegierung Silafont-36, werden nach dem Lösungsglühen und Abschrecken bei Raumtemperatur etwa 6 Tage gelagert. Dadurch erfolgt eine Festigkeitssteigerung mit sehr guten Bruchdehnungswerten.

Wärmebehandlung für Sonderzwecke

Besondere Eigenschaften in den Gußstücken für spezielle Anwendungsfälle können durch gezielt andere Wärmebehandlungen erreicht werden.

Glühen (O)

Werden Gußstücke mehrere Stunden bei 350-450 °C geglüht und im Ofen abgekühlt, so wird durch Einformen der Siliziumkristalle die Verformbarkeit verbessert. Solche Gußstücke können durch Nieten und Bördeln kalt verformt werden. Auch die Bruchdehnung und die Dauerfestigkeit wird verbessert.

Die naheutektische Legierung Silafont-13 wird bei 520-530 °C etwa 6-8 Stunden geglüht, Druckgußlegierungen bei tieferer Temperatur und kürzerer Zeit.

Entspannungsglühen (T5)

Beim Erstarren von Gußstücken entstehen Eigenspannungen durch unterschiedliche Wanddicke und Abkühlgeschwindigkeit und ebenfalls durch Schwindungsbehinderung der verschiedenen Gußstückbereiche. Um dem Verzug der Gußstücke nach der Bearbeitung im Betrieb vorzubeugen, können sie vor der Endbearbeitung spannungsfrei geglüht werden. Diese Glühbehandlung

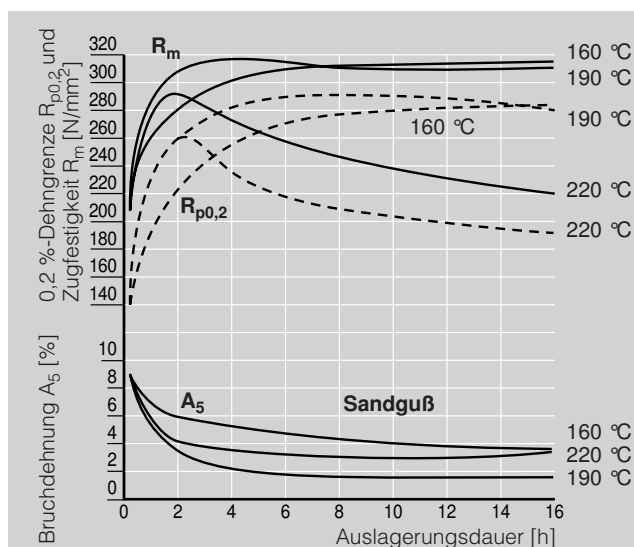


Abb. 5: Festigkeit und Dehnungseigenschaften einer Anticorodal-70, AlSi7Mg nach dem Lösungsglühen abgeschreckt. Warmausgehärtet bei verschiedenen Temperaturen über verschieden lange Zeiten.

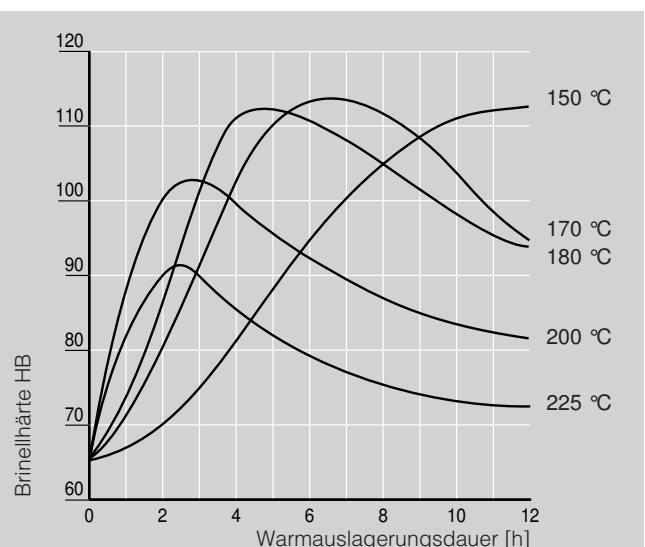


Abb. 6: Härteverlauf einer Silafont-30, AlSi9Mg, Kokillenguß. Warmaushärtung bei verschiedenen Temperaturen über verschieden lange Zeiten nach Lösungsglühen und Abschrecken.

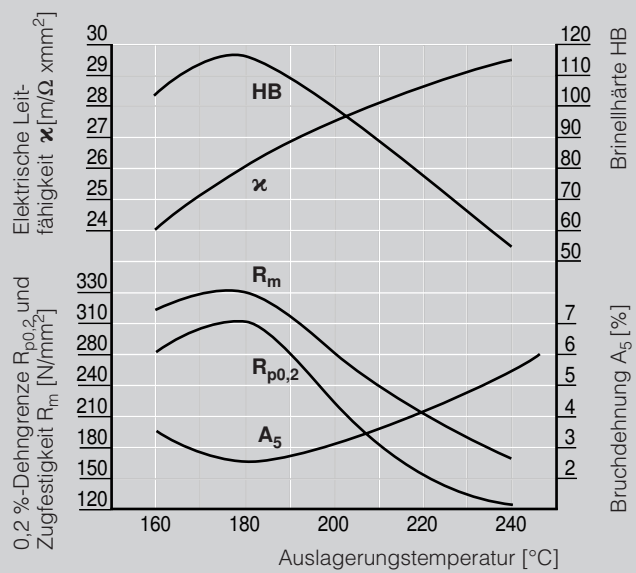
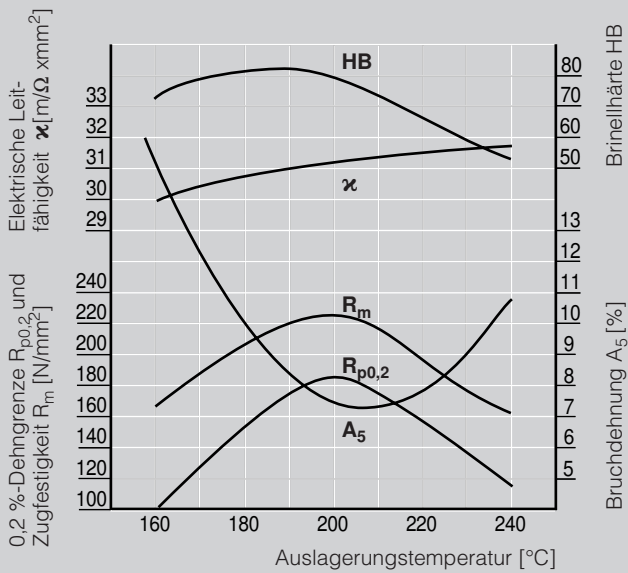


Abb. 7: Einfluß der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Anticorodal-04, AlSi0,5Mg. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden.

Abb. 8: Einfluß der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Anticorodal-71, AlSi7Mg. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden.

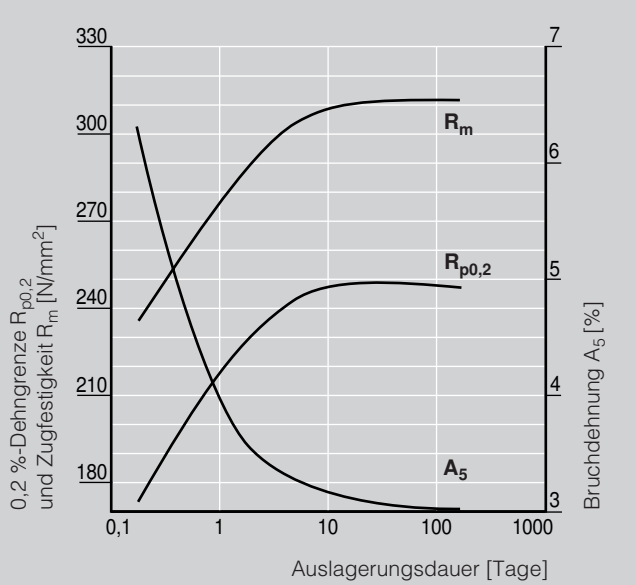
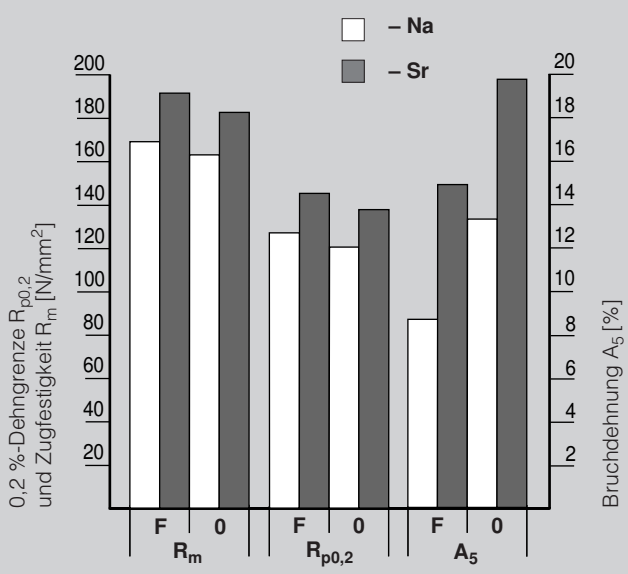


Abb. 9: Mechanische Eigenschaften von Silafont-13, AlSi11 mit Natrium- und Dauerveredelung, ermittelt in Niederdruck-Kokillengußstücken im Gußzustand (F), sowie nach Glühen und Wasserabschrecken (O).

Abb. 10: Mechanische Eigenschaften an Kokillenguß-Zugprobtestäben mit 16 mm Ø aus der selbstaushärtenden Legierung Unifont-90, AlZn10Si8Mg in Tagen nach dem Abguß.

wird bei 200-300 °C über mehrere Stunden durchgeführt. Je höher die Temperatur und je länger die Zeit, umso wirksamer ist die Behandlung. Sie wird bei Gußstücken durchgeführt, die sehr maßgenau sein müssen.

Konstruktionen mit geschweißten Gußstücken, auch Druckgußstücken, werden zum Abbau der beim Schweißen entstandenden Schrumpfspannungen bei weitaus kürzeren Zeiten geglüht.

Stabilisieren (T5)

In allen Gußstücken finden bei höheren Betriebstemperaturen Ausscheidungsvorgänge statt, die mit geringsten Volumenänderungen verbunden sind. Dem wird bei Präzisionsteilen (Kolben, optische Baugruppen und Feinmechanik) durch ein Stabilisierungsglühen vorgebeugt. Die Glüh­temperatur richtet sich nach der späteren Betriebstemperatur. Die Glüh­temperatur liegt bei ca. 200-300 °C, selten tiefer.

Warmauslagern (T5)

Die Behandlung ist eine Aushärtung ohne Lösungsglühen. Festigkeit und Härte einfacher Kokillengußstücke oder Druckgußstücke aus aushärtbaren Legierungen können durch Warmauslagern verbessert werden. Die Wirkung ist besser, wenn die Gußstücke nach der Entnahme aus dem Gießwerkzeug sofort in kaltem Wasser abgeschreckt werden. Mit großen Streuungen in den unterschiedlichen Wanddicken des Gußstückes ist zu rechnen.

Überaltern (T7)

Nach dem Lösungsglühen und Abschrecken wird die Warmauslagerung bei 200-240 °C durchgeführt. Ziel ist bei den Leit­legierungen Anticorodal-04 und Anticorodal-71 eine höhere elektrische Leitfähigkeit und Bruchdehnung, aber geringerer Festigkeit (Abb. 7 und 8); bei der Druckguß­legierung Silafont-36 ist das Ziel eine höhere Bruchdehnung, als im warmausgehärteten Zustand.

Selbstaushärtung (T1)

Mit besonderen, hoch zinkhaltigen Legierungen wie Unifont-90 und Unifont-94, werden ohne Wärmebehandlung sehr gute mechanische Eigenschaften erreicht. Der Vorgang wird Selbst­aushärtung genannt und darf nicht mit der Kaltaushärtung verwechselt werden, der ein Lösungsglühen mit Abschrecken vorausgeht. Die Selbst­aushärtung beginnt nach dem Entformen der Gußstücke.

Der Festigkeitsanstieg ist nach 8 Tagen abgeschlossen (Abb. 10).

Selbstaushärtende Legierungen werden zur Einsparung der Wärmebehandlungskosten oder aus technischen Gründen, z.B. Verzug oder Größe des Gußstückes, eingesetzt.

Vergleich der Zustandskurzzeichen zur Wärmebehandlung von Aluminiumguß

bisheriger Katalog	Bezeichnung		EN	DIN	AA	ISO
	Gußzustand	Gußzustand, Herstellungszustand	F			
g	geglüht	Weichgeglüht	0	g	T2	0
rl	selbstaushärtet	Kaltausgelagert	T1			
		Kontrollierte Abkühlung nach dem Guß	T1			
ka	kaltausgehärtet	Lösungsgegliht, abgeschreckt, kaltausgelagert	T4	ka	T4	TB
st	stabilisiert	Überaltert ohne Lösungsglühen	T5		T5	
aw	abgeschreckt warmausgelagert	Warmausgelagert ohne Lösungsglühen	T5			
wa	warmausgehärtet	Lösungsgegliht, abgeschreckt und vollständig warmausgelagert	T6	wa	T6	TF
ta	teilausgehärtet	Lösungsgegliht, abgeschreckt und nicht vollständig warmausgelagert - Unteraltert	T64	ta		
ü	überaltert	Lösungsgegliht, abgeschreckt und überhärtet - Stabilisierter Zustand	T7		T7	

Korrosion und Korrosionsschutz

Aluminium hat eine für viele Zwecke hervorragende Korrosionsbeständigkeit dank seiner Fähigkeit schützende oxidische Deckschichten zu bilden. Die Korrosionsbeständigkeit eines Aluminiumgußstückes wird weitgehend bestimmt durch die Beständigkeit seiner Oxidschicht unter den jeweils gegebenen Bedingungen. Bei sandgegossenen oder wärmebehandelten Gußstücken, aber auch nach einer längeren Lagerung in der Witterung wird die Oxidschicht 0,1 µm dick. Eine Zerstörung der Oxidschicht kann den Korrosionsangriff aggressiver Medien auslösen.

Silizium hat in der Regel nur geringen Einfluß auf das Korrosionsverhalten. Die Abstufungen AlSi5, AlSi12, AlSi20 sind aber im Korrosionsverhalten bemerkbar. Daher sollte der Si-Gehalt nicht höher gewählt werden als zum Erzielen guter Gießeigenschaften und ausreichender mechanischer Festigkeit erforderlich ist.

Ein Magnesium- oder Mangan-Zusatz gewährt einen spezifischen Korrosionsschutz gegen chloridhaltiges Meerwasser und in beschränktem Maße auch gegen schwach alkalihaltige Mittel.

Verunreinigungen an Schwermetallen wie Kupfer, Blei, Nickel und Eisen können schädlich sein. Schon geringe Mengen führen dabei zu erheblichen Korrosionsschäden. Ein Versuch aus der Praxis zeigt an der druckgegossenen Legierung AlSi12 mit unterschiedlichem Kupfergehalt nach 33 Monaten die in Abb. 1 dargestellte Abhängigkeit der Korrosionstiefe vom Kupfergehalt. Den Korrosionsangriff auf ein Kokillengußstück mit höherem Kupfergehalt zeigt Abb. 2 und 3. Das Resteutektikum wird selektiv angegriffen und herausgelöst, wobei Siliziumnadeln und die α-Mischkristalle (Dendriten) unangegriffen stehen bleiben.

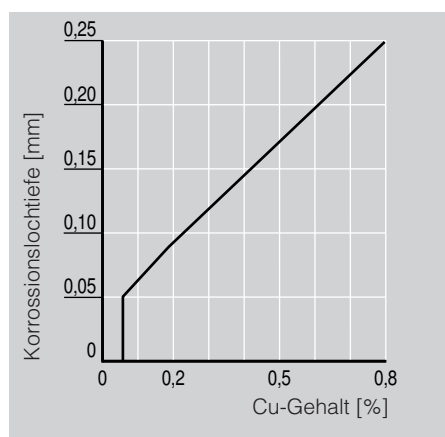


Abb. 1: Abhängigkeit der Korrosionslochtiefe einer druckgegossenen AlSi12 vom Kupfergehalt.

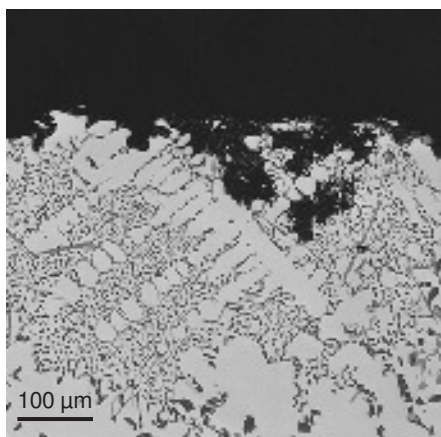


Abb. 2: Mikroschliff eines Kokillengußstückes aus AlSi12 mit selektivem Korrosionsangriff des Resteutektikums.

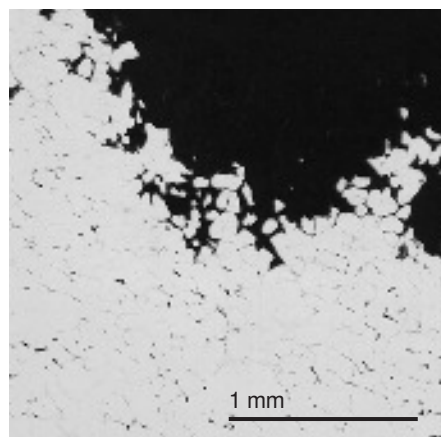


Abb. 3: Mikroschliff eines Sandgußstückes nach längerem Korrosionsangriff.

Häufig ist eine Lokalelementbildung die Ursache für eine örtlich konzentrierte Korrosion. Lokalelemente entstehen bei Gegenwart von Feuchtigkeit durch:

- Äußeren Kontakt von Aluminium mit chemisch edleren Metallen, wie Bauteile aus Schwermetallen oder unlegiertem Stahl
- Schwermetallhaltige Lösungen
- eingedrungene Fremdmetallflitter
- Mischkristallausscheidungen, insbesondere schwermetallhaltiger Verbindungen im Gefüge der Aluminiumlegierung.

Aluminium ist umso korrosionsbeständiger, je reiner es ist. Sowohl Legierungsbestandteile als auch Verunreinigungen beeinflussen in gewissem Maße die allgemeine Korrosionsbeständigkeit.

		Korrosionsbeständigkeit			
		Gießbarkeit			
		mittel	gut	sehr gut	ausgezeichnet
Korrosionsbeständigkeit	mit Oberflächen-schutz	Af-47 u. 48 Af-52,57 u.60 Sf-90 u.92 Pe-57	Sf-70 Af-36		
	gegen Witterung			Sf-30 Uf-90 Uf-94	Sf-13 Sf-20 Sf-09 Sf-36
	gegen Meerwasser	Ac-04 Pe-30 u.36 Pe-50 u.56	Ac-50 Ac-70/78 dv Ac-71 Ac-72	Ma-59	

Tab. 1: Gießbarkeit und Korrosionsbeständigkeit verschiedener Aluminiumgußlegierungen.

Die von RHEINFELDEN garantierte Reinheit der Hüttenaluminium-Gußlegierungen mit max. 0,02% Kupfer und max. 0,15% Eisen bietet in dieser Hinsicht große Sicherheit.

Über diese legierungsspezifischen Überlegungen hinaus bestimmen vielfältige Einflüsse das Korrosionsgeschehen in jedem Einzelfall: Art, Konzentration, Temperatur und Bewegungsgeschwindigkeit des angreifenden Mittels, Zusammenwirken mehrerer Stoffe, Belüftung, gleichzeitige Einwirkung mechanischer Belastung, Deckschichtenbildung durch Schmutz oder Korrosionsprodukte. Um diese Einflüsse abzudecken sind zuverlässige Voraussagen nur aufgrund von praxisnahen Versuchen möglich.

Eine weitere Voraussetzung für geringe Korrosionsanfälligkeit ist ein gesundes, porenfreies Gußstück. Über die Gießbarkeit der Sand-, Kokillen- und Druckgußlegierungen gibt Tabelle 1 Auskunft.

Korrosionsschutz

Polierte Oberflächen sind korrosionsbeständiger als die Gußhaut oder roh bearbeitete Flächen. Sowohl Kokillen- als auch Druckgußstücke werden durch Kugelpolieren mit Edelstahlkugeln trommelpoliert. Die verdichtete Oberfläche gewährleistet einen hohen Korrosionsschutz.

Die Schutzwirkung der natürlichen Oxidhaut kann durch elektrolytisch erzeugte, bis 80 µm dicke Oxidschichten verstärkt werden. Diese technische Schutzoxidation ist bei jeder Aluminiumlegierung möglich. Dekorative Oxidschichten lassen sich am besten auf siliziumfreien AlMg-Gußlegierungen erzielen und haben eine Dicke von 10-25 µm. Die Oxidschicht ist umso dichter und damit ihre Schutzwirkung umso größer, je reiner das Grundmetall ist. Desweiteren können chemisch erzeugte Phosphat- und Chromatschichten als Oxidationsschutz und als gute Haftvermittler für organische Beschichtungen eingesetzt werden.

Besonders hervorzuheben ist das Grünchromatiervorverfahren, das für Anwendungszwecke zugelassen ist, bei denen das Gußstück mit Lebensmitteln in Berührung kommt.

Die Lackbeschichtung der Gußstücke bedarf einer beschichtungsgerechten Vorbehandlung durch Schleifen oder Strahlen mit Korund. Nicht verwendet werden darf Stahlkorn, da eingedrückter Abrieb zu Kontaktkorrosion führt. Das Entfetten und Reinigen von Druckgußstücken vor der Beschichtung ist in enger Zusammenarbeit mit dem Druckgießer, in Hinsicht auf das von ihm eingesetzte Trennmittel, zu erarbeiten. Anschließend werden oberflächenbeanspruchte Gußstücke chromatiert (Bild 4 oben).

Alle Gußstücke sollten eine zusätzliche Wärmebehandlung von 140-200 °C über 1 Stunde zwischen der Schlußspüle und dem Auftragen der Beschichtung durchlaufen, um ein vollständiges Ausgasen an der Werkstückoberfläche zu erreichen.



Die danach aufzubringenden Pulverlacke haben Schichtdicken von 25-100 µm und werden bei Einbrenntemperaturen von 180-220 °C über 20 Minuten eingebrennt. Bei Mehrfarben-Lackierungen durchläuft das Gußstück den Einbrennofen entsprechend öfter (Abb. 4 unten). Aushärteeffekte werden ab 140 °C in Gang gesetzt. Bei dem dargestellten Pkw-Rad aus Silafont-20 dv ergeben sich beim Lackieren folgende Veränderungen:

Lackierung	R _{p0,2} N/mm ²	R _m N/mm ²	A ₅ %	HB
ohne	85	195	12,5	62
mit	104	201	10,3	63

Häufig bieten Anstriche neben allgemeinem Korrosionsschutz auch ausreichenden Schutz vor Kontaktkorrosion. Besser geeignet sind Kunststoff-isolierteile oder pastenförmige Dichtungen. Die Gefahr der Kontaktkorrosion bei Berührung zwischen Baustahl und Aluminium kann auch durch Verzinken der Stahlteile vermindert werden. Rostfreie Stähle bilden mit Aluminium in der Regel keine Kontaktkorrosion.

Aluminiumgußstücke mit dichtem Gefüge können durch galvanische Überzüge geschützt werden, wie es bei Kokillengußstücken für die Elektrotechnik durch einen Überzug aus Silber gegen die Funkenkorrosion angewandt wird.

Auch Kühl- und Schmiermedien bei der Bearbeitung von Aluminiumguß können, wenn sie schwefel- und phosphathaltig sind, zu Korrosionsschäden führen. Hier ist auf die Verwendung silikatischer Kühlmedien zu achten.

Abb. 4 oben: Durchflußmeßdose für Flugzeugtreibstoff; von links nach rechts: Gußzustand, chromatiert, lackiert.

Abb. 4 unten: Pkw-Rad in Mehrfarben-Lackierung.

Spanende Bearbeitung von Aluminiumguß

Verschleißkriterien bei den Bearbeitungswerkzeugen

Werkzeugstandzeiten oder Standwege beeinflussen die Wirtschaftlichkeit in der Fertigung. Kurze Standzeiten oder Standwege sind nur dann sinnvoll, wenn es sich um kleine Fertigungsserien handelt. Denn Werkzeugwechsel in der Großserienfertigung können die Hauptzeiten ganz beträchtlich negativ beeinflussen.

Oftmals wird der Werkzeugverschleiß nur mit dem Siliziumgehalt einer Aluminiumlegierung als Hauptfaktor in Zusammenhang gebracht. Aber nur die Kenntnis über den Siliziumgehalt gibt noch keine Antwort auf die Frage, inwieweit die Werkzeuge belastet werden.

Für die Höhe des Verschleißes sind die Gefüge- und Festigkeitszustände mit ausschlaggebend; bei den Hartmetallwerkzeugen weniger als bei den HSS-Werkzeugen, z.B. bei Wendelbohrern. Diamantbestückte Werkzeuge schneiden selbstverständlich hier am günstigsten ab.

Zwei Gefügezustände der Hüttenaluminium-Gußlegierung Silafont-13, AlSi11 sind die körnige (Abb. 1) und die veredelte Gefügemodifikation (Abb. 2). Bei hartmetallbestückten Werkzeugen hat sich herausgestellt, daß Gußstücke mit der körnigen Gefügebildung gegenüber der veredelten bis zu 10% geringere Standzeiten bringen. Noch größere Unterschiede traten bei Standweg- und Standzeitversuchen mit HSS-Wendelbohrern zutage (Abb. 3).

Eine weit größere Standzeit- oder Standwegbeeinträchtigung als durch den Siliziumanteil in den Legierungen wird durch die Aushärtung herbeigeführt. Bei einer Silafont-92, AlSi18CuNiMg reduziert die Warmaushärtung den Standweg der Werkzeuge auf 2-3% gegenüber dem Gußzustand (Abb. 4).

Diese Gegenüberstellungen sollen zeigen, daß die Maschinenparameter bei der spanenden Bearbeitung den Gefüge- und Festigkeitszuständen angepaßt werden müssen, wenn wirtschaftlich gefertigt werden soll.

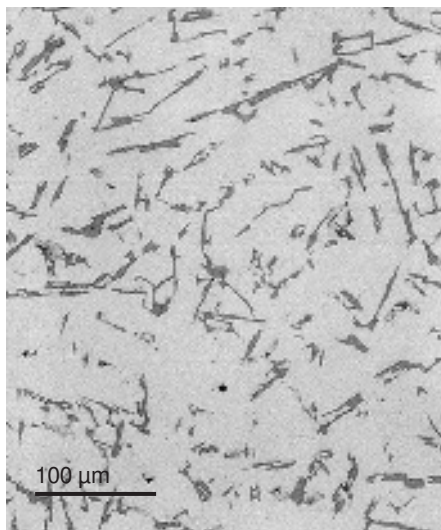


Abb. 1 : Körnige Gefügemodifikation einer Silafont-13, AlSi11 Gußlegierung.

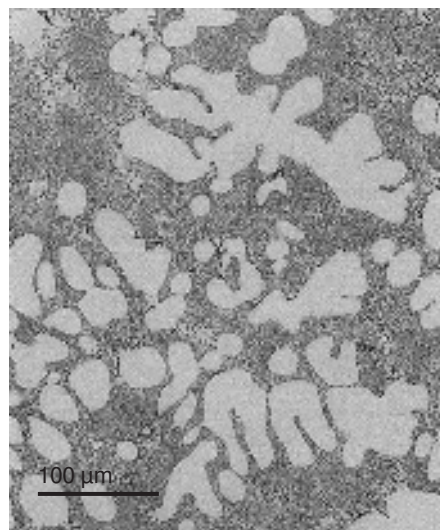


Abb. 2 : Veredelte Gefügemodifikation einer Silafont-13, AlSi11 Gußlegierung.

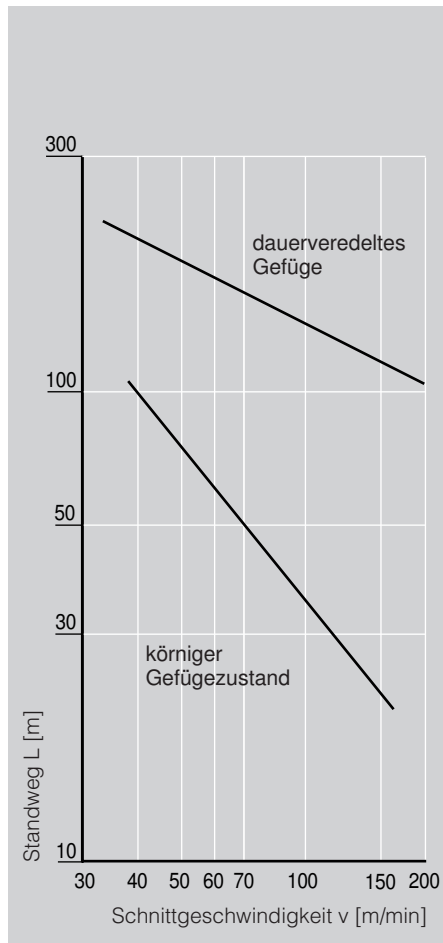


Abb. 3: Einfluß des Gefügezustandes auf den Standweg bei Silafont-70.

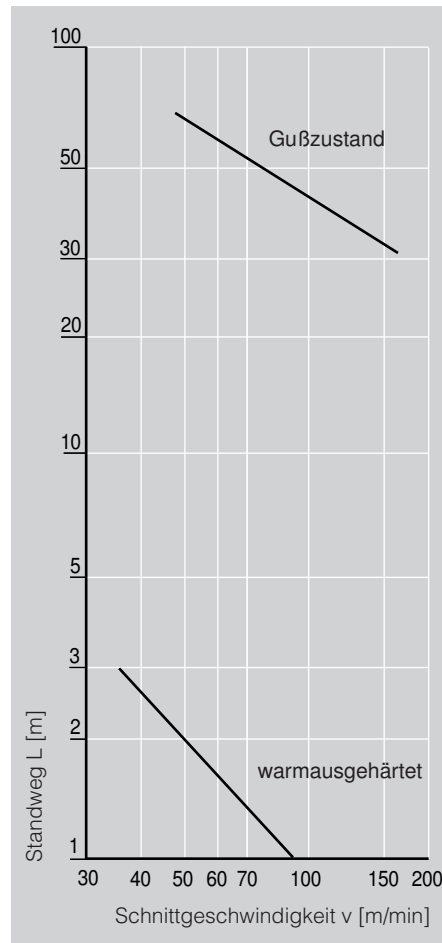


Abb. 4: Einfluß der Wärmebehandlung auf den Standweg bei Silafont-70.

Schweißkonstruktionen mit Gußstücken

Bis vor wenigen Jahren wurde das Schweißen fast ausschließlich als Verbindungstechnik für Konstruktionen aus Aluminium-Knetwerkstoffen angewendet. Heute werden die Vorteile der Gieß- und der Schweißtechnik miteinander genutzt. Schweißkonstruktionen aus Gußwerkstoffen oder Mischkonstruktionen aus Guß- und Knetwerkstoffen gewinnen an Bedeutung.

Die physikalischen, chemischen und mechanischen Eigenschaften des Aluminiums ergeben ein besonderes Schweißverhalten, das von dem der Eisenwerkstoffe abweicht. Besonders die an der Oberfläche befindliche stabile Oxidschicht muß entfernt oder aufgerissen werden, um einwandfreie Schweißverbindungen zu erhalten. Beim Schutzgas-Lichtbogenschweißen wird diese Oxidschicht durch den Reinigungseffekt des ionisierten Schutzgases zusammen mit der Wirkung der vom Werkstück zur Elektrode fließenden Elektronen entfernt.

Trotz des niedrigen Schmelzbereiches, verglichen mit Eisenwerkstoffen, verlangt das Schweißen von Aluminium wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit und Schmelzwärme etwa die gleiche Wärmemenge.

Das Schwinden des Aluminiums beim Erstarren und die große Wärmeausdehnung führen beim Erwärmen bzw. beim Abkühlen zu Formänderungen, die zu Schweißrissen, Verzug und Eigenspannungen führen können. Dem wirken der niedrige Elastizitätsmodul und die geringe Schweißtemperatur entgegen.

Das flüssige Aluminium kann aus der Umgebung Wasserstoff aufnehmen, der sich beim Erstarren wieder ausscheidet. Die Folge können Poren in den Schweißnähten sein.

Schutzgas-Schweißverfahren

Das Schweißen mit Schutzgas ist das Schweißverfahren, mit dem sich die Besonderheiten beim Schweißen des Aluminiums sehr gut beherrschen lassen. Als Schutzgase dienen inerte Gase, die auch bei hoher Temperatur chemisch neutral bleiben. Im allgemeinen wird Argon mit einer Reinheit von über 99,99 Vol.-% verwendet. Beim Schutzgas-Lichtbogenschweißen wird mit nicht abschmelzbarer Elektrode (WIG) (Abb. 1) oder abschmelzender Elektrode (MIG) gearbeitet.

Es gibt zahlreiche modifizierte Verfahren, die in der Praxis für bestimmte Schweißarbeiten angewendet werden. Für das Schweißen mit Gußstücken überwiegt wegen der meist größeren Wanddicke und der hohen Schweißgeschwindigkeit das **MIG-Verfahren**. Dabei wird mit Gleichstrom und positiv gepolter Elektrode gearbeitet. Das Schweißverfahren ist weitgehend mechanisierbar; heute ist das Schweißen mit Robotern möglich.

Mit dem **MIG-Impulsschweißen** lassen sich die Schweißparameter so wählen, daß durch kontrollierten Werkstoffübergang vom Draht zum Werkstück mit dem gleichen Drahtdurchmesser in einem Arbeitsgang sehr unterschiedliche Wanddicken miteinander verschweißt werden können.

Das **WIG-Plasma-Stichloch-Verfahren** ist ein spezielles Schutzgas-Schweißverfahren. Im Prinzip handelt es sich um ein kontrolliertes Plasma-Schneiden mit dem Unterschied, daß anstelle der Trennfuge eine Schweißnaht zurückbleibt. Ein Plasmastrahl sticht durch das Material hindurch und erzeugt ein Loch von etwa 4 mm Durchmesser. Dieses Loch wird während des ganzen Schweißvorganges aufrecht erhalten. Hinter dem Loch fließt die Schmelze gesteuert durch die Schwerkraft, die Oberflächenspannung und den Schutzgasdruck zu einer Schweißnaht zusammen. Diese hochwertige Verbindungsart ist am Beispiel eines Pkw-Tragrohres dargestellt auf der Seite 76 unter der Legierungsbeschreibung zu Silafont-30.

Beim **Plasma-MIG-Verfahren** wird die hohe Abschmelzleistung beim MIG-Verfahren mit der nahezu idealen Lichtbogenausbildung und Schutzgasabschirmung des Schweißbades beim Plasma-Verfahren kombiniert. Das Verfahren eignet sich für Anwendungen mit hohen Ansprüchen an Dichtigkeit, Oberflächenqualität und mechanischer Belastung, z.B. für die Verbindung von Guß- und Knetmaterial bei SF₆-Schaltgehäusen.



Abb. 1: Hauptquerträger für U-Bahn aus Alufont-52 warmausgehärtet zusammen mit Verbindungsprofilen in der schwenkbaren Schweißlehre.

Schweißbare Gußwerkstoffe

Die unterschiedliche Gefügeausbildung, Gasporosität, Mikrolunker und Gußhaut haben entscheidenden Einfluß auf die Güte der Schweißverbindung. Bei Beachtung der gußspezifischen Richtlinien ergeben sich einwandfreie Verbindungen, die sich für den Einsatz in hochbeanspruchten Komponenten eignen. Je nach Anforderungen an die Nahtqualität ist auf die Gußqualität im Schweißnahtbereich zu achten (Abb. 1, S. 68).

Die Schweißbarkeit der Gußlegierungen ist im Kapitel Technologische Eigenschaften auf Seite 17 aufgeführt. Als besonders gut schweißbar gelten die AlSi-Legierungen.

Besonders gut schweißbar:

Silafont-13
Silafont-30
Silafont-36

Gut schweißbar:

Anticorodal-70
Alufont-47/48/52
Peraluman-30/36
Unifont-90
Magsimal-59

Bereits ausgehärtete Legierungen haben durch das Schweißen eine Festigkeits-einbuße im Bereich der Schweißnaht. Die Festigkeitswerte fallen im ungünstigen Fall auf die Werte des Gußzustandes ab. Eine selbstaushärtende Legierung härtet nach dem Schweißen wieder aus.

Kantenvorbereitung

Zur Erzielung einwandfreier Schweißnähte sind die Kanten vor Beginn der Schweißarbeiten gründlich zu säubern. Dazu eignet sich nur Aceton oder Industrialkohol. Insbesondere bei wärmebehandelten Gußstücken sollte durch Bürsten oder Schleifen mit nicht-rostenden Werkzeugen die Gußhaut entfernt werden.

Zusatzmetall

Die Wahl des Zusatzmetalles richtet sich nach der Zusammensetzung der Grundwerkstoffe sowie nach den verlangten Eigenschaften der Schweißverbindung. Die für das Schutzgasschweißen von Gußwerkstoffen verwendeten Zusatzmetalle sind in Tabelle 1 aufgeführt. Grundsätzlich sollte legierungsähnliches Zusatzmetall verwendet werden; aus schweißtechnischen Gründen sind Ausnahmen möglich.

Festigkeitsbeeinflussende Faktoren

Bei Aluminiumlegierungen bildet sich um die Schweißnaht eine ausgeprägte Wärmeinflußzone. In dieser Zone finden Gefügeveränderungen statt. Von entscheidender Bedeutung sind:

- die beteiligten Grundwerkstoffe und deren Zustände (warmausgehärtet, kaltverfestigt usw.)
- Zusatzmetall
- Schweißverfahren, -ausführung (MIG, WIG, einlagig, mehrlagig usw.)
- Qualität der Schweißnaht (Einschlüsse, Porosität, Risse)
- Geometrie der Schweißnaht (Überhöhung, Einbrandkerben, Form)
- Geometrie der Schweißstücke und der Schweißverbindung (Fuge, Versatz, Kantenvorbereitung usw.)
- Nachbehandlung der Schweißstücke (Wärmebehandlung, Abarbeiten, Strahlen usw.)

Bestimmend für die Schwingfestigkeit sind jene Größen, die durch Kerbwirkung eine Spannungsüberhöhung verursachen.

Die aluminiumgerechte Ausführung einer Schweißkonstruktion mit der günstigsten Gestaltung der Schweißverbindung und einer exakten Ausführung der Schweißung (Badsicherung, Kantenform, Kantenvorbereitung, Reinigung) ist also von entscheidender Bedeutung.

Wahl des Schweißverfahrens

Die Wahl des Schweißverfahrens wird durch folgende Faktoren bestimmt:

- Wirtschaftlichkeit
- Werkstückart
- Dicke der Werkstücke
- Qualitätsansprüche
- Ansprüche an das Aussehen
- Zusatzmetall (ohne/mit)
- Schweißposition
- Richtungswechsel
- Schweißnahtlänge
- Stückzahl
- Eignung zum Roboterschweißen

Die richtige Wahl zu treffen bedarf also gründlicher Überlegungen.



Abb. 2: Stoßdämpferbein für Einzelrad-Aufhängung an Schwerlastfahrzeugen mit einer druckdichten Verschweißung aus stranggepreßter Kolbenstange und gegossenem Kolben aus Anticorodal-70 warmausgehärtet.

Nachbehandlung der Schweißverbindungen

Durch die Schrumpfung der Schweißnähte sind die Schweißeigenspannungen, die in ihrem näheren Bereich ent-

stehen, überwiegend Zugspannungen. Die Vermeidung von Nahtanhäufungen in geschweißten Konstruktionen kann die Spannungen reduzieren. Durch Kugelstrahlen können die Spannungen etwas verringert werden. Ein wesentlicher Abbau ist aber nur durch Spannungs-freiglühen erreichbar. Bei den warmausgehärteten Legierungen erfolgt hierdurch eine Abnahme der Festigkeit; deshalb sind Warmauslagerungstemperatur und -zeit durch einen Praxisversuch zu ermitteln. Bei den aushärtbaren Legierungen ist durch eine Warmauslagerung nach dem Schweißen eine Steigerung der Festigkeitswerte zu erreichen. Das Richten von Schweißkonstruktionen sollte durch geeignete schweißtechnische und konstruktive Maßnahmen möglichst vermieden werden.

Fertigungsschweißen von Gußstücken

Das Fertigungsschweißen (Reparaturschweißen) ist ein Spezialgebiet des Gußschweißens. Das Verfahren hat erhebliche wirtschaftliche Bedeutung, denn es können Gußfehler (Lunker, mechanische Beschädigungen, Maßabweichungen) beseitigt werden.

Schweißen von Druckguß

Normaler Druckguß ist aufgrund des eingeschlossenen Gases nicht zum porenarmen, also dichten Schweißen geeignet. Durch modifizierte Gußverfahren gelingt es heute, ausgewählte Gußstückpartien schweißbar zu gießen. Das Elektronenstrahlschweißen von Druckguß im Vakuum ermöglicht äußerst saubere Schweißverbindungen (siehe S. 56/3).

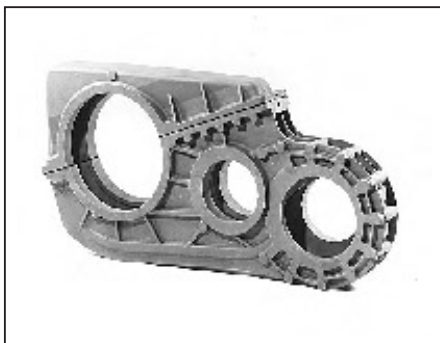
Gußwerkstoffe	Anticorodal-50 Anticorodal-70	Silafont-30 Silafont-13 Silafont-20 Silafont-36	Unifont-90	Peraluman-30/-36 Peraluman-50/-56 Magsimal-59	Alufont-52 Alufont-47
Anticorodal-50 Anticorodal-70	AlSi5				
Silafont-30 Silafont-13 Silafont-20 Silafont-36	AlSi5	AlSi5 AlSi12			
Unifont-90			AlMg4,5Mn AlSi12		
Peraluman-30/-36 Peraluman-50/-56	AlMg3 AlMg5	AlSi5 AlMg3 AlMg5		AlMg3 AlMg5	
Magsimal-59				AlMg4,5Mn	
Alufont-52 Alufont-47		AlSi5 AlMg5		AlMg5 AlSi5	AlMg5 AlSi5
Knetwerkstoffe					
Anticorodal-110 AlMgSi1	AlSi5	AlSi5	AlSi5	AlSi5 AlMg5	AlSi5 AlMg5
Unidur-102 AlZn4,5Mg1	AlSi5 AlMg5	AlSi5 AlMg5	AlMg4,5Mn	AlMg5 AlMg4,5Mn	AlSi5 AlMg4,5Mn
Peraluman-260 AlMg2,7Mn	AlSi5 AlMg5 AlMg4,5Mn	AlSi5 AlMg5 AlMg4,5Mn	AlMg4,5Mn	AlMg5 AlMg4,5Mn	AlSi5 AlMg5 AlMg4,5Mn

Tabelle 1: Wahl der Zusatzwerkstoffe für das Schweißen von Aluminiumgußwerkstoffen und für die Kombinationen von Knet- mit Gußwerkstoffen.

31 Gründe, Aluminiumguß anzuwenden

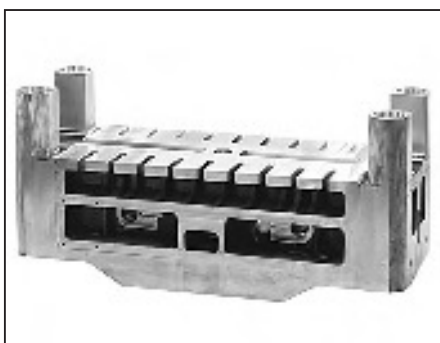
Aluminiumguß ist ein begehrter Konstruktionswerkstoff und nimmt nach Gußeisen den zweiten Platz unter den Gußwerkstoffen ein, weil er vielfache Anwendungsmöglichkeiten in der Konstruktion bietet. 1960 wurden in der Bundesrepublik Deutschland 120.000 t Aluminiumguß hergestellt, heute sind es bereits annähernd 500.000 t. Im Folgenden werden Gründe aufgeführt, warum der Aluminiumguß entscheidende Vorteile hat und dadurch andere Werkstoffe substituiert.

1. Gewichtsreduzierung
2. Geringe Massenträgheit
3. Geringe Unwucht
4. Gute Schwingungsdämpfung
5. Gute Dauerfestigkeit
6. Hohe Duktilität
7. Gute dynamische Festigkeit
8. Hohe Verformungsarbeit
9. Hohe Reißfähigkeit, geringe Reißfortpflanzungsgeschwindigkeit
10. Keine Versprödung bei tiefsten Temperaturen
11. Gute Bördelbarkeit
12. Hohe Gestaltsfestigkeit
13. Gute Verschleißfestigkeit
14. Guter Verbund durch Schweißen von Aluminiumguß mit Aluminium-Knetlegierungen
15. Günstiger Kraftlinienverlauf
16. Schweißverbindung von Aluminiumguß mit Eisen- oder Kupferwerkstoffen mittels Schweißverbinder
17. Hartlöten von Aluminiumguß mit Aluminium-Knetwerkstoffen
18. Verbundguß mit Eingießteilen
19. Höhere Wirtschaftlichkeit durch Aluminiumguß im Vergleich zu Niet-, Fräs-, Schraub- und Montagekonstruktionen
20. Hohe Wärmeleitfähigkeit
21. Hohe Wärmekapazität
22. Nicht brennbar
23. Hohe elektrische Leitfähigkeit
24. Hohe Kurzschlußfestigkeit
25. Gute Korrosionsbeständigkeit
26. Gute Meerwasser-Beständigkeit
27. Dekorative Gußoberflächen
28. Ausgezeichnete Reflexion
29. Ungiftig
30. Gute Spanbarkeit
31. Einfaches Rezyklieren



1. Gewichtsreduzierung

Der ICE-Hochgeschwindigkeitszug ist mit modernster Technik ausgestattet, wurde aber in der ersten Ausführung zu schwer und mußte abgespeckt werden. Die Substitution der Stahl- und Sphärogußstücke durch Aluminiumguß brachte eine Gewichtseinsparung von insgesamt 6,1 t pro Zug, womit auch die Achslagerlast der Triebköpfe gesenkt werden konnte. Ein Bauteil ist u.a. das zweiteilige Getriebegehäuse, Sandguß aus Alufont-52 warmausgehärtet (T6) mit 196 kg, das die Stahlguß-Ausführung von 578 kg ersetzt; bei 4 Getrieben pro Triebkopf eine Gewichtersparnis von 3,3 t pro Zug. Durch die bessere Wärmeleitfähigkeit von Aluminium kann die Temperatur des Getriebeöles auf 80 - 90 °C begrenzt werden, der sonst notwendige Ölkühler entfällt.



2. Geringe Massenträgheit

Die geringe Massenträgheit ist ein wichtiger Gesichtspunkt für bewegte Konstruktionen, die für schnelle lineare und rotierende Bewegungen mit Beschleunigung und Verzögerung, wie z.B. im Roboterbau und Schnelltransport von Bedeutung ist. Das Bild zeigt einen Stößel einer Schnellpresse für das Tiefziehen von Karosserieblechen, der vom Stahl- auf Aluminium-Sandguß aus Alufont-52 T6 mit 439 kg umgestellt wurde. Für Großpressen werden Stößel mit über 1,0 t Gewicht gegossen.



3. Geringe Unwucht

Die zweiteilige Motorradfelge wird als ineinanderpassende symmetrische Hälften gegossen, auf erforderliche Breite bearbeitet, Elektronenstrahl-geschweißt und lackiert. Gefordert ist extremer Leichtbau mit sehr geringer Unwucht. Die dünnwandige Druckgussausführung in Magsimal-59 erfüllt die Anforderungen in besonderem Maße: die sehr rasche Abkühlung in der Druckguss-Stahlform erbringt hohe mechanische und dynamische Festigkeit gerade bei 3 - 5 mm Wanddicke und die Legierung ermöglicht die Verwendung des Bauteiles schon im Gusszustand mit seiner sehr hohen Maßhaltigkeit. Die Schweißwärmeeinbringung ist im gewählten Elektronenstrahlschweißverfahren am geringsten.

4. Gute Schwingungsdämpfung

Metall-Gummi-Gelenke an den beweglichen Stellen des Pkw-Fahrwerks dämpfen die von der Fahrbahn angeregten Schwingungen. Die Kräfteinleitung erfolgt über Lagerkerne aus Aluminiumguß. Diese ersetzen Eisenwerkstoffe und erhöhen die Dämpfung merklich. Wegen der hohen Schwellendruckbelastung und der geforderten Stückzahl werden die Lagerkerne aus Unifont-94 im Druckguß hergestellt. Diese Legierung ist selbstaushärtend und erreicht nach dem Vulkanisieren wieder die Ursprungsfestigkeit.



5. Gute Dauerfestigkeit

Dieser Gabelnker für die Vorderachse eines Straßen- und Geländesportwagens ist hohen dynamischen Belastungen ausgesetzt und deshalb in Magsimal-59 mit Wanddicken von 4 - 6 mm konstruiert.

Ausgezeichnete Korrosionsfestigkeit, sehr hohe Dehnung und Dehngrenze als Druckgußwerkstoff im Gußzustand ermöglichen den langjährigen Einsatz im Grenzbereich der Automobile.



6. Hohe Duktilität

Duktile Aluminiumgussstücke bauen Spannungsspitzen, die durch schlagartige Beanspruchungen auftreten, selbsttätig ab. Ein Bruch in einem verformten Bereich tritt nicht auf.

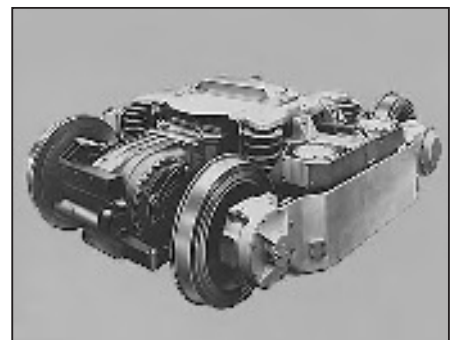
Der Griffkranz von Lenkradskeletten muss sich im Crash bis hinter die Befestigungsplatte verformen lassen, ohne einen gefährlichen Riss aufzuweisen.

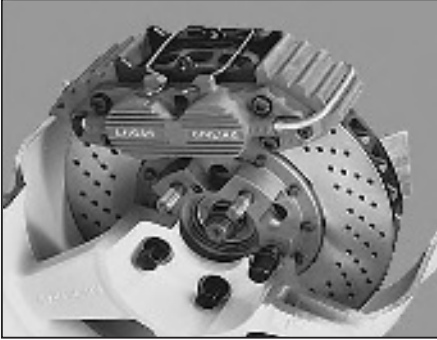
Vollaluminium-Gusslenkräder aus Magsimal-59 zeigen hier äußerst hohe Verformbarkeit bei hohen aufgenommenen Kräften.



7. Gute dynamische Festigkeit

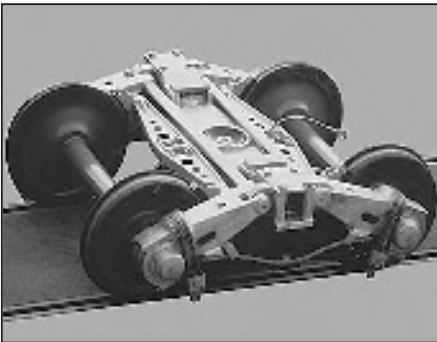
Aluminiumguß ist geeignet für Bauteile, die unter Zugbelastung auf Schwingungen beansprucht werden. Deshalb können z.B. bei Schienenfahrzeug-Drehgestellen alle tragenden Stahlbauteile durch Aluminiumguß ersetzt werden. Das Triebdrehgestell mit Markennamen Aludrive enthält 750 kg Aluminiumguß, wodurch 500 kg Gewicht eingespart werden. Das Triebaggregat sowie der Wagenkasten mit Fahrgästen sind durch Luftfedern auf je einer längs angeordneten kastenförmigen Radsatzlagerschwinge abgefedert. Wegen der hohen Beanspruchung der als Hohlkörper konstruierten Radsatzlagerschwinge wird die eisenarme Legierung Alufont-52 T6 verwendet.





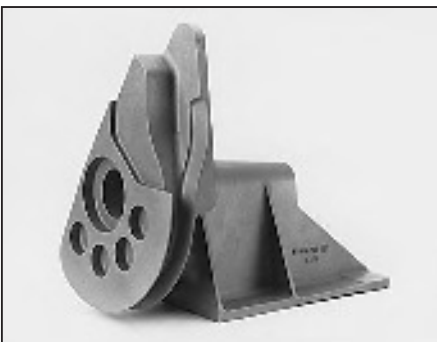
8. Hohe Verformungsarbeit

Sicherheitsbauteile dürfen bei Überbeanspruchung nicht ohne Verformung brechen. Durch die Verformungsarbeit wird Energie vernichtet, so daß ein Sprödbrech vermeiden wird. Die duktilen Gußlegierungen Alufont und die eisenarmen AlSi-Legierungen Silafont und Anticorodal werden für Sicherheitsbauteile vergossen, z.B. für den Pkw-Bau: Bremssysteme, Vorderachs- sowie Hinterachsquerträger, Fahrzeugräder usw. Der Bremssattel (Bild) wurde von Sphäroguß auf Aluminiumsandguß in Alufont-47 kaltausgelagert (T4) umgestellt.



9. Hohe Rißzähigkeit, geringe Rißfortpflanzungsgeschwindigkeit

Bauteile mit hoher Rißzähigkeit aus hochfesten und sehr duktilen Aluminium-Gußlegierungen sind Bedingung für Konstruktionen, die auf Zeitfestigkeit, z.B. auf 40 Jahre, berechnet werden. Diese Berechnungen ermöglichen Leichtbaukonstruktionen, die nicht nur herkömmliche Konstruktionen vereinfachen, sondern auch mehr Aufgaben erfüllen. So konnte der gesamte Güterwagen-Drehgestellrahmen aus Bau-stahl auf einen Hauptquerträger aus Alufont-52 T6 reduziert werden, an dem die Radsatzlagerschwingen, ebenfalls aus Alufont-52 T6, an den Kopfenenden angelenkt werden.



10. Keine Versprödung bei tiefsten Temperaturen

Bekanntlich haben Eisenwerkstoffe bei tiefen Temperaturen einen Steilabfall der Zähigkeit. Aluminiumguß versprödet selbst bei tiefsten Temperaturen nicht und wird deshalb im Oberleitungsbau von Gebirgsbahnen, im Flugzeugbau und bei Transportsystemen von flüssigen Gasen angewandt.

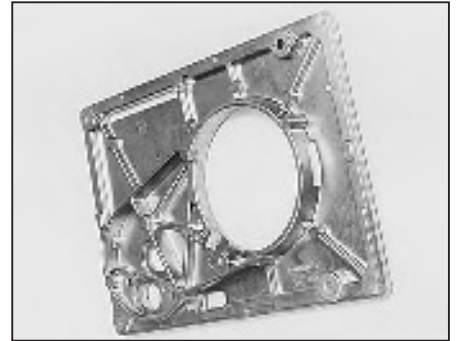


11. Gute Bördelbarkeit

Die Gehäuse von Motor-, Getriebe- oder Federbeinlagern umfassen die innen liegenden Gummi-Metall-Elemente durch eine kraftschlüssige Bördelverbindung, evtl. mit einem zusätzlichen Deckel. Silafont-36 mit einem Magnesium-Gehalt von 0,17 % erfüllt hier unter den AlSi-Druckgußlegierungen am Besten die Forderung nach hoher Verformungsfähigkeit beim Bördeln der Gehäuse-Abschlußkante.

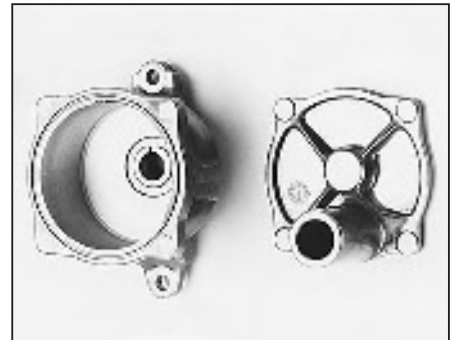
12. Hohe Gestaltsfestigkeit

Selbst Druckgußstücke mit geringen Wanddicken haben eine ausgezeichnete Gestaltsfestigkeit und substituieren deshalb Kunststoff- und Stahlblech-Formteile. Abschließbare Pkw-Radabdeckungen aus Kunststoff und einige Seitenblendenausführungen für Pkw-Rückleuchten aus Kunststoff haben nicht die geforderte Gestaltsfestigkeit. Diese werden durch Aluminium-Druckguß aus Silafont-09 substituiert. Die Grundplatte für Computer (Bild) muß eine Formfestigkeit besitzen, die mit Stahlblech nicht erreicht werden kann. Die hohe Gestaltsfestigkeit ist Bedingung, weil in den Aussparungen der Grundplatte 150 mm lange Achsen sitzen, die beim Aufheizen von 20 °C auf 70 °C Betriebstemperatur nur eine Abweichung der Achsenparallelität von 20 µm erlauben. Druckgußstücke aus Silafont-09 erfüllen diese Anforderung.



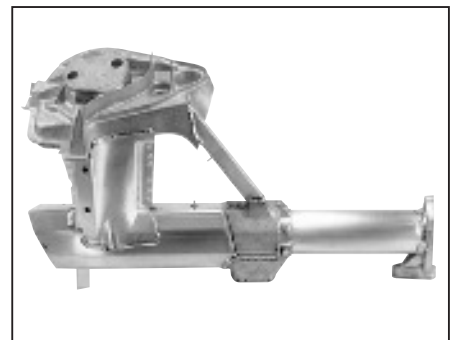
13. Gute Verschleißfestigkeit

Im Verbrennungsmotorenbau wird Gußeisen durch die verschleißfesten über-eutektischen AlSi-Legierungen Silafont-70, Silafont-90 und Silafont-92 ersetzt. Verschleißbeanspruchte Eisenwerkstoffe werden aber auch durch Aluminiumguß abgelöst, wenn die auf Verschleiß beanspruchte Gußstückpartie einen Keramiküberzug durch Plasmaspritzen erhält. Dies betrifft z.B. die Gabelenden für Pkw-Schaltgabeln. Die auf Verschleiß beanspruchten Lenkhilfpumpen für Servolenkung, die Flügelzellenpumpen sind, wurden von Gußeisen auf Silafont-90 umgestellt. Dadurch konnte das Gewicht bis zu 65 % reduziert und gleichzeitig der Arbeitsdruck um bis zu 55 % angehoben werden. Das Bild zeigt die Pumpengehäuse mit den Pumpenflanschen; beide Abbildungen sind Aluminium-Druckgußstücke aus Silafont-90.



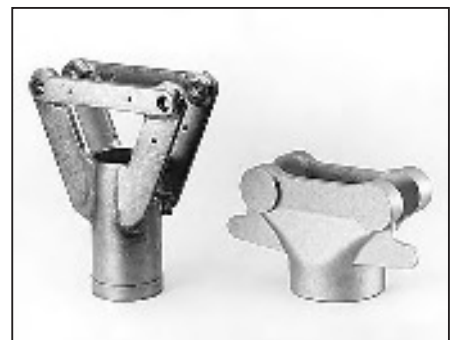
14. Guter Verbund durch Schweißen von Aluminiumguß mit Aluminium-Knetlegierungen

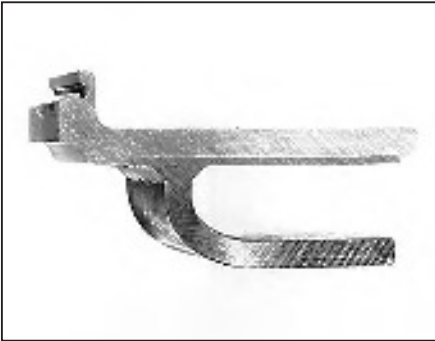
Die erste AudiSpaceFrame-Karosserie des A8 ist mit Aluminium-Strukturbauteilen, zusammengesetzt aus insgesamt aus 31 Gußknoten und Stangpressprofilen, realisiert. Hier dargestellt ist der vordere Längsträger mit dem Federbeindom. Die Anforderung nach mindestens 15 % Dehnung in den Druckguß-Bauteilen wird mit Silafont-36 und einem Magnesiumgehalt von 0,16 % im Zustand T7 erreicht. Höchste Anforderungen an die Schweißnahtgüte werden durch besondere Gießtechnik mit weitgehender Evakuierung des Formhohlraumes beim Druckgießen erfüllt.



15. Günstiger Kraftlinienverlauf

Durch den günstigen Kraftlinienverlauf bei Belastung des homogenen Aluminiumgußstückes treten im Gegensatz zu Schweißkonstruktionen kaum Spannungsspitzen auf. Deshalb konnte die Umstellung der Spreizarmbrücke für ein Rettungsgerät von einer Stahlschweißkonstruktion in St52 auf ein kleineres Aluminium-Sandgußstück aus Alufont-52 T6 vorgenommen werden. Erreicht wurde zusätzlich eine Gewichtsreduzierung von 8,9 kg auf 3 kg bei 28 % geringeren Herstellungskosten.





16. Schweißverbindung von Aluminiumguß mit Eisen- oder Kupferwerkstoffen mittels Schweißverbinder

Mit Schweißverbindern können so unterschiedliche Werkstoffe wie Stahl und Aluminium zusammengeschweißt werden. Schweißverbinder sind Aluminium-Stahl-Verbundprofile und -platten, die durch Strangpressen oder Walzen hergestellt werden. Das nebenstehende Bild gibt den Schweißverbinder mit dem angeschweißten Stahlbauteil nach dem Faltversuch wieder. Trotz der starken Verformung ist der Verbund zwischen Aluminium- und Stahlschicht nicht zerstört worden.



17. Hartlöten von Aluminiumguß mit Aluminium-Knetwerkstoffen

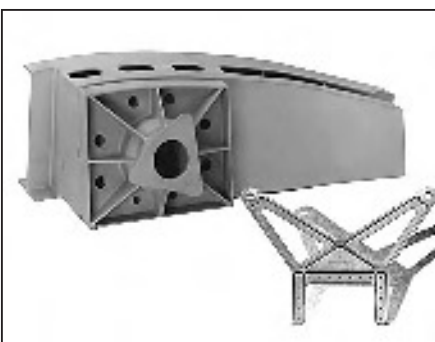
Die Legierung Aluman-16 wurde zum Hartlöten von Aluminiumguß, z.B. mit dem Lot AlSi10, entwickelt. Wegen des in dem hohen Temperaturbereich von 645-660 °C liegenden Erstarrungsintervalls eignen sich Gußstücke aus Aluman-16 zur Serienfertigung durch das Hartlöten in Salzbadöfen. Die Schlauchanschlüsse für Pkw-Kühler erlauben einen rationalen Kühlerbau mit den vorgefertigten Plattenkühlern aus Aluminium-Knetwerkstoff.



18. Verbundguß mit Eingießteilen

Geber und Nehmer für hydraulische Pkw-Kupplung (im Bild rechts) sind umgestellt worden von Graugußstücken auf Druckgußstücke aus Silafont-09 mit eingegossenen nitrierten Stahlhülsen, die im fertigen Gußstück noch eine Rundlaufgenauigkeit von 0,2 mm haben müssen.

Eine sehr große Kräfteinleitung in ein Aluminiumgußstück kann über ein Eingießteil in kleinere Belastungen aufgeteilt werden. Dies wird bei dem Druckgußstück Schaltgabel durch das Eingießen des Mitnehmers aus Mangan-Hartstahl mit 670 Vickers-Härten (HV) genutzt (im Bild links).



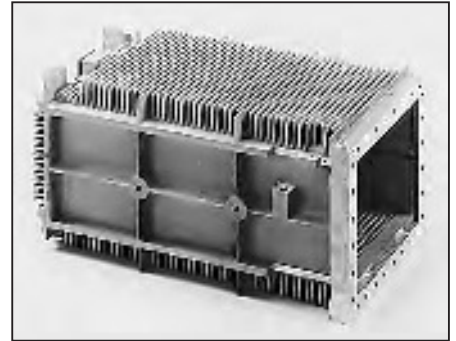
19. Höhere Wirtschaftlichkeit durch Aluminiumguß gegenüber Niet-, Fräs-, Schraub- und Montagekonstruktionen

Vielfach substituiert Aluminiumguß wegen der höheren Wirtschaftlichkeit Niet-, Fräs-, Schraub- und Montagekonstruktionen. Die Landeklappenaufhängung für den Airbus A 320 als Feingußstück (im Bild links) löst eine Nietkonstruktion aus vielen Einzelteilen ab. Die Herstellungskosten konnten um mehr als 60 % gesenkt werden.

Der Träger für die mittleren Gepäckablagen der Airbusse A 300 und A 310 als NC-Frästeil aus einer gereckten Aluminiumplatte wurde abgelöst durch ein Kokillengußstück (im Bild rechts) aus Anticorodal-72 T6. Die Herstellungskosten konnten um 65 % gesenkt werden.

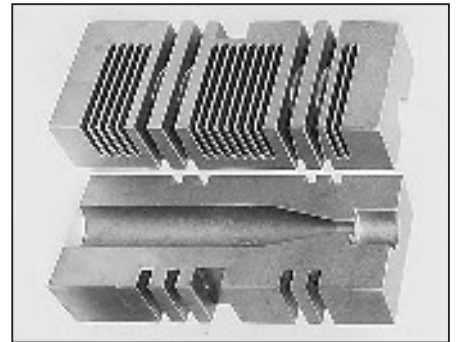
20. Hohe Wärmeleitfähigkeit

In der Konstruktion für Verbrennungsmotoren werden Aluminium-Gußlegierungen verwendet wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit. Diese Eigenschaft wird aber auch auf anderen Konstruktionsgebieten geschätzt. Das Gehäuse des Siedekühlgefäßes für Stromrichteraggregate führt die Verlustwärme ab und muß gegenüber der Kühlflüssigkeit eine hohe Unterdruckdichtigkeit gewährleisten. Früher war das Gehäuse eine Chrom-Nickel-Stahlblech-Schweißkonstruktion, heute ist es ein Niederdruck-Sandgußstück aus Anticorodal-70 T6. Die Vorteile des Gußstückes sind folgende: 55 % höhere Kühlleistung; der früher notwendige zusätzliche Kühler entfällt. Wegen der höheren Dichtigkeit kann der Unterdruck von 10^{-2} auf 10^{-7} bar gesenkt werden. Die Herstellungskosten verringern sich um 22 %, die Gewichtseinsparung beträgt 35%.



21. Hohe Wärmekapazität

Heute sind Formen für Kunststoffartikel, Glasgegenstände und Fahrzeugreifen wegen der hohen Wärmekapazität, die andere Werkstoffe nicht besitzen, hauptsächlich aus Aluminiumguß. Substituiert wurden Grauguß und Zink-Legierungen. Die Blasform für die Glasverarbeitung aus Anticorodal-70 T6 war früher aus Grauguß.



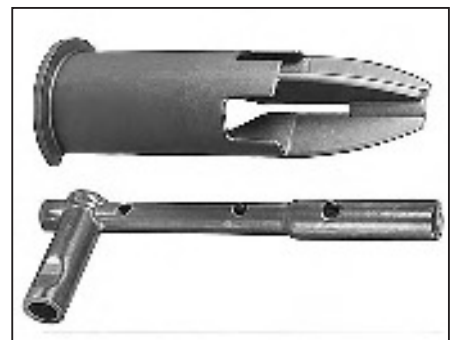
22. Nicht brennbar

Im Gegensatz zu Magnesium brennt Aluminium nicht und findet deshalb Anwendung im modernen Pkw-Standheizungsbau, bei dem Aluminiumguß mit der Brennerflamme in Kontakt ist. Das Druckgußstück besteht aus Silafont-09, einer nicht aushärtenden Legierung.



23. Hohe elektrische Leitfähigkeit

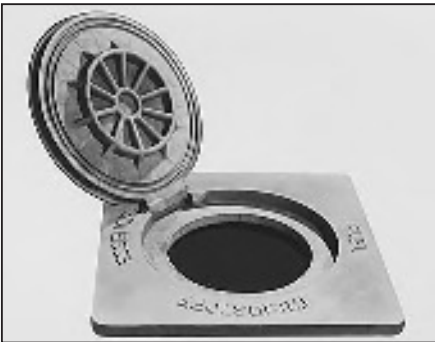
Mit den Legierungen Anticorodal-04 überaltert (T7) und Anticorodal-71 T7 werden Bauteile aus Leitkupfer und Chrom-Kupfer-Guß für Hochspannungsanlagen und den Elektroschalterbau substituiert. Das Bild zeigt einen Leiter für Hochspannungsanlagen aus Anticorodal-04 T7 und einen Kontaktträger für den Schalterbau aus Anticorodal-71 T7.





24. Hohe Kurzschlußfestigkeit

Im neuen Oberleitungsbau der Bundesbahn werden verzinkte Tempergußstücke und Baustahlprofile durch Aluminiumgußstücke und Aluminium-Strangpreßprofile ersetzt. Die Kurzschlußfestigkeit von Aluminiumguß ist wegen der hohen Kurzschlußströme, die Bauteile erhitzen, besonders in Tunnelbaustrecken ein wichtiger Faktor. Bei Temperguß kann kurzzeitiger Temperaturanstieg bis 350 °C zugelassen werden, bei Aluminiumguß jedoch nur 125 °C. Trotzdem muß der Kurzschlußstrom bei Aluminium doppelt so lange einwirken als bei Temperguß, um die Grenztemperatur zu erreichen. Bei Bauteilen aus Aluminiumguß ist daher die Gefahr der mechanischen Entfestigung deutlich geringer als bei Temperguß-Bauteilen. Kurzschlußstrom von 35 kA und 120 ms Dauer erzeugt an den Stromübergangsstellen zwischen Tempergußstücken und Stahl Strommarken, bei Aluminiumbauteilen jedoch nicht. Während in Tempergußstücken Seile ausglühen, bleibt bei Aluminiumgußstücken dieser Effekt aus. Das Bild zeigt Kokillengußstücke aus Anticorodal-70 teilausgehärtet (T64), die weißen Temperguß ablösen.



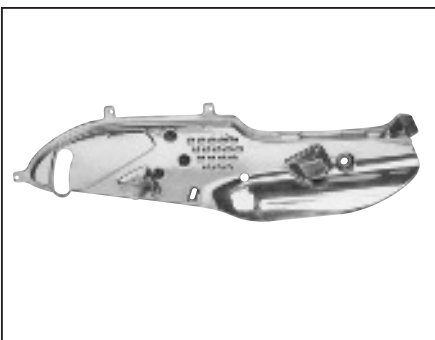
25. Gute Korrosionsbeständigkeit

Die Gußlegierungen Anticorodal und Peraluman haben wegen ihrer Korrosionsbeständigkeit zu Umstellungen von Eisenwerkstoffen und Kupfer-Legierungen im Feuerwehewesen, sowie Apparatebau geführt. Das Bild gibt die Umstellung einer Schachtabdeckung für Flugplätze mit 100 t Belastbarkeit von Eisenguß-Werkstoffen auf Anticorodal-70 T6 wieder. Damit wurde das Rostproblem gelöst; außerdem kann der Deckel von nur einem Mann bedient werden.



26. Gute Meerwasser-Beständigkeit

Guß aus kupferfreien, eisenarmen AlMg-Legierungen, Peraluman, wird bei Schiffsaufbauten verwendet. Der Stockanker für Hochsee-Segler aus Anticorodal-72 T6 und Anticorodal-78 dv T64 ist trommelpoliert.



27. Dekorative Gußoberflächen

Gußstücke, besonders aus AlMg-Legierungen, haben nach Polieren oder anodischer Oxidation sowie Einfärben einen besonderen optischen Aspekt, so daß Aluminiumgußlegierungen für Bau- und Möbelbeschläge, optische Geräte, Haushaltsgeräte und Kunstguß anderen Werkstoffen vorgezogen werden. Ein Beispiel aus dem Hochbau sind gegossene Fassadenelemente und Gußplatten, die von Architekten gegenüber Baustoffen aus Stein bevorzugt werden.

Die am Motorrad seitlich befestigte Fußrastenanlage nimmt das Gewicht von Fahrer und Beifahrer auf. Im Handel wird diese in Motorradfarbe pulverbeschichtet, aber auch verchromt angeboten. Die hier abgebildete Fußrastenanlage ist in Magsimal-59 druckgegossen und poliert, ohne weiteren Oberflächenschutz.

28. Ausgezeichnete Reflexion

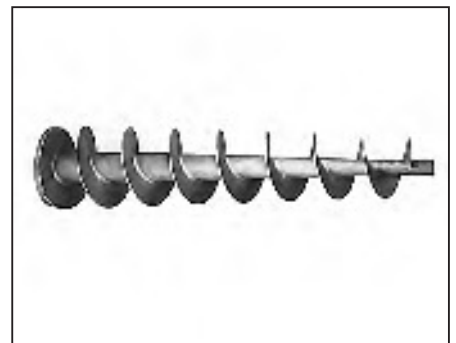
Glanzpolierte Gußstücke aus siliziumfreien Legierungen, Peraluman und Alufont, haben ein hohes Reflexionsvermögen für Licht- und Wärmestrahlung mit entsprechend geringer Absorption. Die Beleuchtungs- und Heizgeräteindustrie verwendet deshalb Aluminiumguß.



29. Ungiftig

Da Aluminium ungiftig ist, werden hochreine kupferfreie Aluminium-Gußlegierungen mit 0,5 % Fe, 0,05 % Cu und 0,05 % Ni in der Nahrungsmittelindustrie verwendet und haben z.B. in der fisch- und fleischverarbeitenden Industrie Geräte und Apparate aus Edelstahl abgelöst. Ein weiteres Beispiel ist die Transportschnecke für Butterpreßmaschinen aus Anticorodal-50 (Bild). Das Gußstück erfüllt alle hygienischen und antitoxischen Anforderungen.

Die in der europäischen Norm EN 601 im Lebensmittelbereich maximal zugelassenen Massenanteile der Elemente Fe mit 2,0 %, Cu mit 0,6 % und Ni mit 3,0 % sind zu hoch angesetzt und rufen in Kontakt mit Lebensmitteln Korrosion hervor. Außerdem wird das toxische Antimon mit 0,2 % gebilligt.



30. Gute Spanbarkeit

Beim Spanen hat Aluminiumguß gegenüber Eisenwerkstoffen, durch die höhere einsetzbare Schnittgeschwindigkeit und damit erreichbaren kürzeren Bearbeitungszeiten, wesentliche wirtschaftliche Vorteile. Der gegossene Lagerkörper ist von Grauguß auf Anticorodal-70 T6 umgestellt worden, da die Fertigungszeit für das Aluminiumgußstück nur noch 39 % beträgt. Die Bearbeitungszeit für das Aluminiumgußstück ist 6,32 Minuten, für das Graugußstück 16,13 Minuten.



31. Einfaches Recyclieren

Aluminium läßt sich nach dem Shreddervorgang aus dem Shreddergut mit geringem Aufwand separieren. Ist das Shreddergut stark verunreinigt, so lassen sich immer noch Gußlegierungen für die einfache Anwendung herstellen. Für das Aufschmelzen des Aluminiumschrottes werden nur 5 % der Energie benötigt, die zur Gewinnung von Primäraluminium notwendig ist.



Anticorodal-04

Anwendungsgebiet

Für Gußstücke mit hoher elektrischer Leitfähigkeit.

Kennzeichnende Eigenschaften

Mittlere Festigkeit und Härte. Beste Korrosionsbeständigkeit, sehr gut schweißbar und dekorativ anodisierbar (ausgenommen Druckguß).

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlSi0,5Mg

Zusammensetzung [Masse-%]

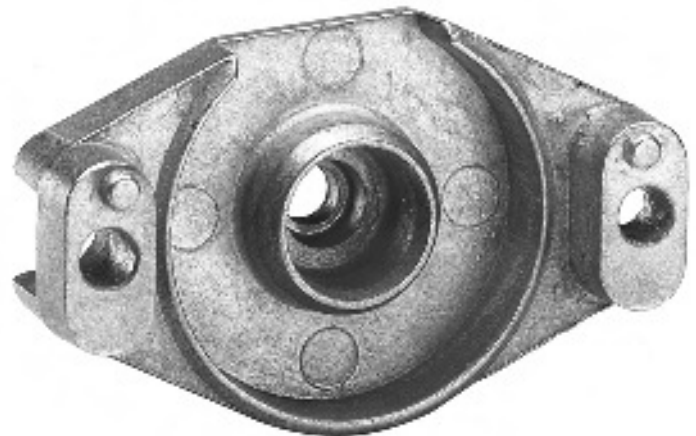
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
0,3- 0,6	0,8	0,01	0,01	0,3-0,6	0,07	0,01

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze R _{p0,2} [N/mm ²]	Zugfestigkeit R _m [N/mm ²]	Dehnung A ₅ [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	F	60 - 100 (50)	90 - 130 (80)	15 - 20(10)	35 - 40 (35)
Sandguß	ü T7	160 - 180 (150)	190 - 210 (180)	3 - 5 (3)	70 - 75 (70)
Kokillenguß	F	80 - 120 (70)	100 - 140 (90)	18 - 22(12)	40 - 45 (40)
Kokillenguß	ü T7	170 - 190 (150)	200 - 220 (190)	3 - 6 (3)	70 - 80 (70)
Druckguß	F	80 - 120	100 - 140	7 - 12	40 - 45



1



2

1 Leiter für Hochspannungsanlagen
Sandguß
überallert
Maße: 1020 x 350 x 120 mm
Gewicht: 12,5 kg

2 Elektromotorschild
Druckguß
Maße: 55 x 32 x 18 mm
Gewicht: 0,02 kg

Anticorodal-50

Anwendungsgebiet

Maschinenbau, Nahrungsmittel- und Chemieindustrie, Armaturen- und Apparatebau, Feuerlöschwesen, Schiffbau, Haushaltsgeräte, Architektur.

Kennzeichnende Eigenschaften

Ausgezeichnete Witterungs- und sehr gute Meerwasserbeständigkeit; gute mechanische Eigenschaften im Gußzustand, sehr gute nach Warmaushärtung; sehr gute Polierbarkeit und Spanbarkeit, besonders im warmausgehärteten Zustand. Gut schweißbar.

Legierungskennzeichnung

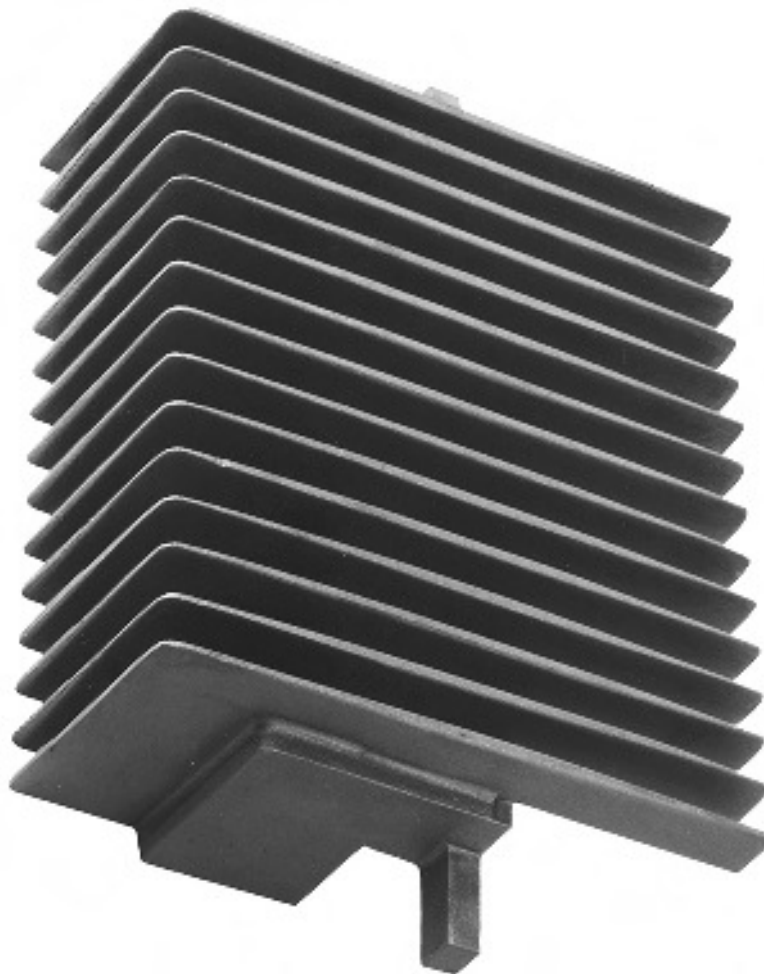
chemisch: AlSi5Mg

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
5,0- 6,0	0,15	0,02	0,10	0,4-0,8	0,10	0,05-0,20

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	F	100 - 130 (90)	140 - 180 (130)	2 - 4 (1)	60 - 70 (55)
Sandguß	ka T4	150 - 180 (120)	200 - 270 (150)	4 - 10 (2)	75 - 90 (70)
Sandguß	wa T6	220 - 290 (160)	260 - 320 (180)	2 - 4 (1)	95 - 115 (85)
Kokillenguß	F	120 - 160 (100)	160 - 200 (140)	2 - 5 (1)	60 - 75 (60)
Kokillenguß	ka T4	160 - 190 (130)	210 - 270 (170)	5 - 10 (3)	75 - 90 (70)
Kokillenguß	wa T6	240 - 290 (180)	260 - 320 (190)	2 - 7 (1)	100 - 115 (90)



Grundteil für Absorber
Sandguß
Maße: 400 x 250 x 120 mm
Gewicht: 6,7 kg

Weitere Beispiele für die Legierungsanwendung in diesem Katalog:
Transportschnecke für
Butterverarbeitungsmaschine
Sandguß; Seite 59

Anticorodal-70

Anwendungsgebiet

Maschinenbau, Fahrzeug- und Flugzeugindustrie, Schiffbau, Elektrotechnik und Elektromaschinenbau, Maschinen zur Lebensmittelverarbeitung.

Kennzeichnende Eigenschaften

Universallegierung mit sehr guten mechanischen Eigenschaften, hervorragender Korrosionsbeständigkeit, sehr guter Schweißbarkeit und sehr guten Spannungseigenschaften.

Legierungskennzeichnung

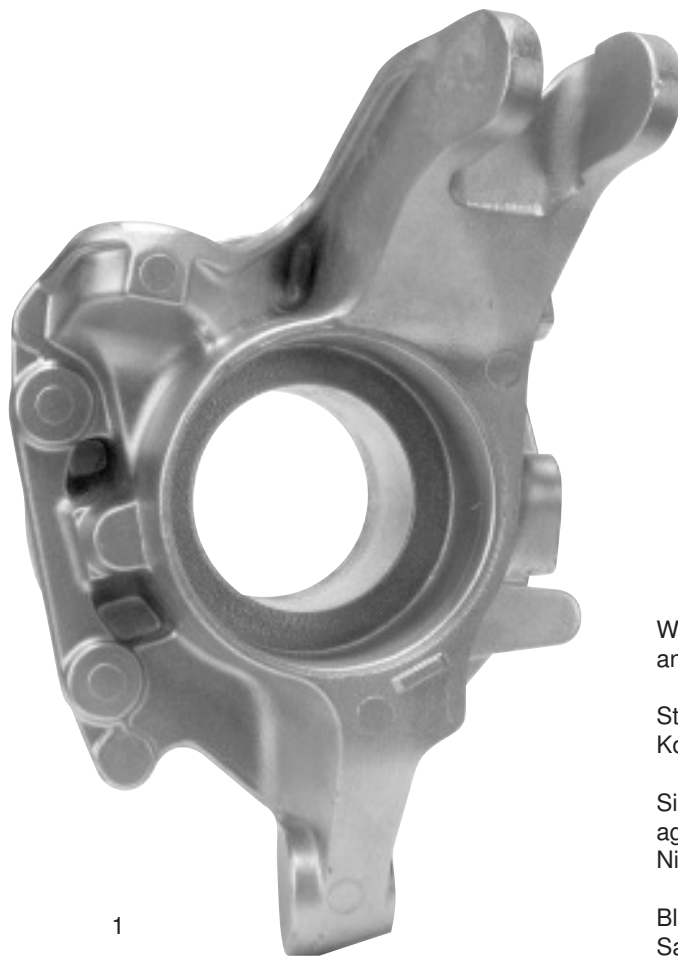
chemisch: AlSi7Mg0,3 numerisch: 42100

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
6,5- 7,5	0,15	0,02	0,05	0,30-0,45	0,07	0,10-0,18	(Na/Sr)

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze R _{p0,2} [N/mm ²]	Zugfestigkeit R _m [N/mm ²]	Dehnung A ₅ [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	F	80 - 140 (80)	140 - 220 (140)	2 - 6 (2)	45 - 60 (45)
Sandguß	ta T64	120 - 170 (120)	200 - 270 (200)	4 - 10 (4)	60 - 80 (55)
Sandguß	wa T6	220 - 280 (200)	240 - 320 (240)	3 - 6 (2,5)	80 - 110 (80)
Kokillenguß	F	90 - 150 (90)	180 - 240 (180)	4 - 9 (2)	55 - 70 (50)
Kokillenguß	ta T64	180 - 200 (140)	250 - 270 (220)	8 - 12 (5)	80 - 95 (80)
Kokillenguß	wa T6	220 - 280 (200)	290 - 340 (250)	5 - 9 (3,5)	90 - 125



1

1 Radsatzlager
Kokillenguß
warmausgehärtet
Maße: 320 x 200 x 160 mm
Gewicht: 3,5 kg

Weitere Beispiele für die Legierungsanwendung in diesem Katalog:

Stoßdämpferbein für Schwerlastfahrzeug
Kokillenguß Seite 50

Siedekühlgehäuse für Stromrichteraggregate
Niederdruck-Sandguß Seite 57

Blasform für die Glasverarbeitung
Sandguß Seite 57

Schachtabdeckung für Flughafen
Sandguß Seite 58

Lagerkörper für Bearbeitungsmaschine
Sandguß Seite 59



2

2 Elektrohängebahngehäuse
Sandguß
warmausgehärtet
Maße: 760 x 280 x 250 mm
Gewicht: 18,5 kg



3



4

3 Druckausgleichsgehäuse Airbus 310
Kokillenguß, dauerveredelt
warmausgehärtet, anodisiert
Maße: 295 mm Ø x 190 mm
Gewicht: 2,1 kg

4 Kompressorgehäuse mit Bodendeckel
Sandguß
warmausgehärtet
Maße: 295 x 270 x 280 mm
Gewicht: 15,2 kg

Anticorodal-71

Anwendungsgebiet

Für Gußstücke mit hoher elektrischer Leitfähigkeit. Elektrotechnik und Elektromaschinenbau.

Kennzeichnende Eigenschaften

Hohe Festigkeit und Härte. Sehr gute Gießeigenschaften, sehr gute Korrosionsbeständigkeit, sehr gut schweißbar und spanbar.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlSi7Mg0,3

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere (Na/Sr)
6,5- 7,5	0,15	0,01	0,01	0,30-0,45	0,07	0,01	

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	ü T7	160 - 200 (150)	220 - 250 (210)	2 - 4 (2)	70 - 80 (70)
Kokillenguß	ü T7	160 - 200 (150)	220 - 250 (210)	4 - 6 (3)	70 - 80 (70)



1

1 Leiterstutzen
Kokillenguß
überaltert
Maße: 150 mm Ø x 440 mm
Gewicht: 10,8 kg



2

2 Flachanschlußklemme
Kokillenguß
wärmusgehärtet
Maße: 180 x 240 x 240 mm
Gewicht: 5,6 kg

Weitere Beispiele für die Legierungsanwendung in diesem Katalog:

Kontaktträger für Schalterbau
Sandguß

Seite 57

Anticorodal-78 dv

Anwendungsgebiet

Maschinenbau, Fahrzeug- und Flugzeugindustrie, Schiffbau, Elektrotechnik und Elektromaschinenbau, Maschinen zur Lebensmittelverarbeitung.

Kennzeichnende Eigenschaften

Speziell für Sandguß dauerveredelte Legierung mit sehr guten mechanischen Eigenschaften, hervorragender Korrosionsbeständigkeit, sehr guter Schweißbarkeit und sehr guten Spannungseigenschaften.

Legierungskennzeichnung

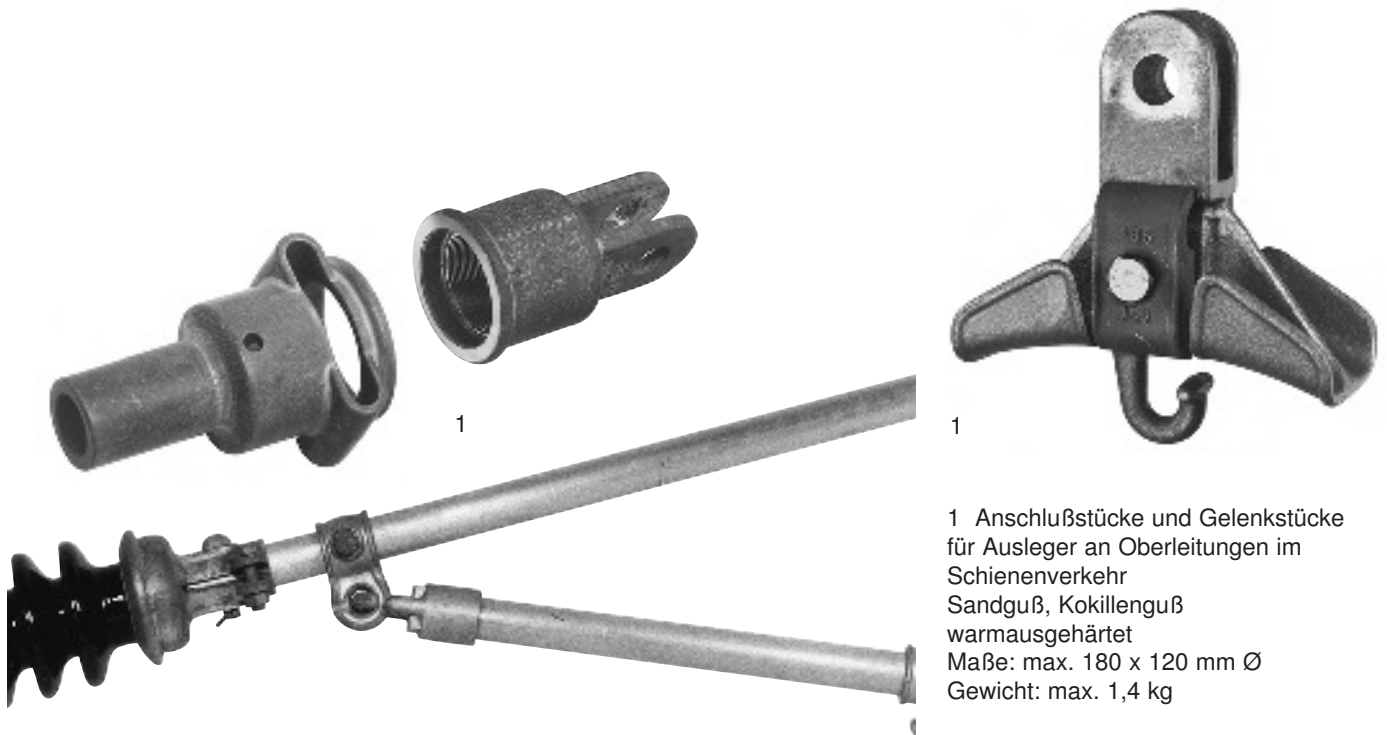
chemisch: AlSi7Mg0,3

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
6,5- 7,5	0,15	0,02	0,05	0,30-0,45	0,07	0,10-0,18	Sr

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	F	80 - 140 (80)	140 - 220 (140)	2 - 6 (2)	45 - 60 (45)
Sandguß	ta T64	120 - 170 (120)	200 - 270 (200)	4 - 10 (4)	60 - 80 (55)
Sandguß	wa T6	220 - 280 (200)	240 - 320 (240)	3 - 6 (2,5)	80 - 110 (80)
Kokillenguß	F	90 - 150 (90)	180 - 240 (180)	4 - 9 (2)	55 - 70 (50)
Kokillenguß	ta T64	180 - 200 (140)	250 - 270 (220)	8 - 12 (5)	80 - 95 (80)
Kokillenguß	wa T6	220 - 280 (200)	290 - 340 (250)	5 - 9 (3,5)	90 - 125



1 Anschlußstücke und Gelenkstücke für Ausleger an Oberleitungen im Schienenverkehr
Sandguß, Kokillenguß
warmausgehärtet
Maße: max. 180 x 120 mm Ø
Gewicht: max. 1,4 kg

Weitere Beispiele für die Legierungsanwendung in diesem Katalog:

Mittelstück für Stockanker
Sandguß; Seite 67

Anticorodal-72

Anwendungsgebiet

Maschinenbau, Fahrzeug- und Flugzeugindustrie, Schiffbau, Elektrotechnik und Elektromaschinenbau, Maschinen für die Landwirtschaft, Lebensmittelindustrie.

Kennzeichnende Eigenschaften

Legierung mit sehr guten mechanischen Eigenschaften, hervorragender Korrosionsbeständigkeit, sehr guter Schweißbarkeit und sehr guten Spannungseigenschaften. Höherer Mg-Gehalt wie Anticorodal-70, damit höhere Festigkeit und Härte bei tieferer Dehnung.

Legierungskennzeichnung

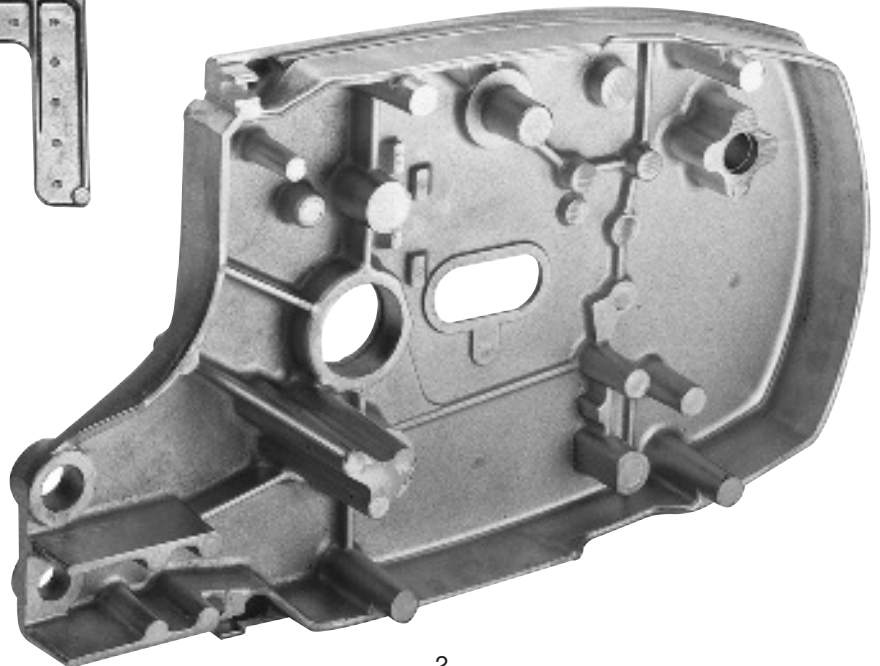
chemisch: AlSi7Mg0,6 numerisch: 42 200

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
6,5- 7,5	0,15	0,02	0,05	0,50-0,70	0,07	0,10-0,18	(Na/Sr)

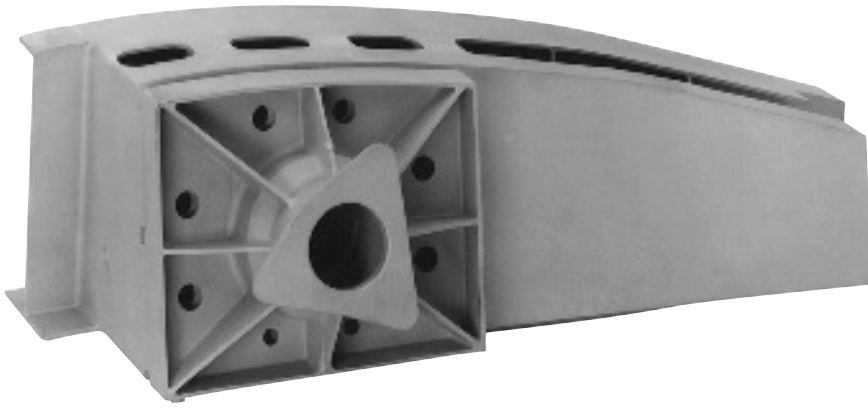
Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	wa T6	220 - 280 (220)	250 - 320 (250)	1 - 2 (1)	90 - 110 (90)
Kokillenguß	ta T64	210 - 240 (150)	290 - 320 (230)	6 - 8 (3)	90 - 100 (90)
Kokillenguß	wa T6	240 - 280 (220)	320 - 350 (270)	4 - 6 (2,5)	100 - 115(100)



1 Mittlere Gepäckablage bei Airbus 300
Kokillenguß
warmausgehärtet
Maße: 480 x 220 x 15 mm
Gewicht: 0,6 kg

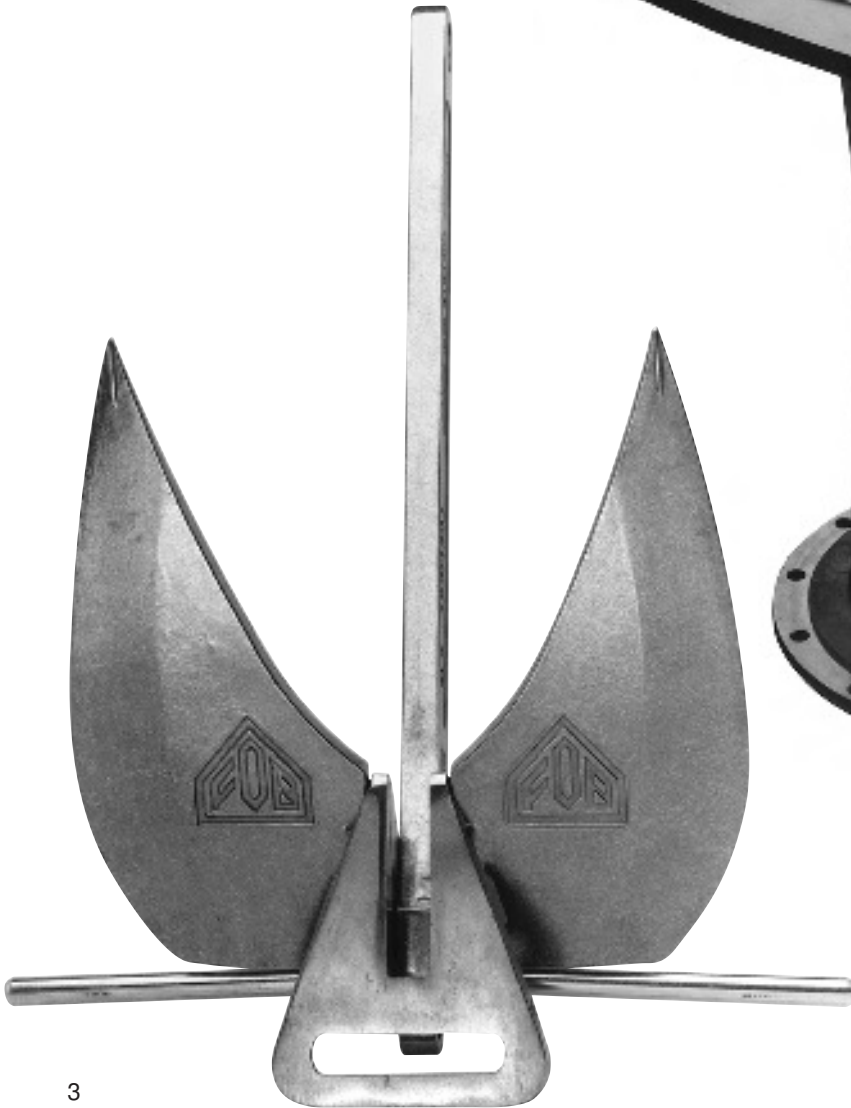
2 Gehäuse für Teigmaschine
Kokillenguß
Maße: 580 x 360 x 140 mm
Gewicht: 7,0 kg



4



5



3

3 Stockanker für Hochsee-Segler
Kokillenguß, Sandguß
warmausgehärtet, teilausgehärtet
Maße: 660 x 460 x 180 mm
Gewicht: 5,4 kg

4 Landeklappenaufhängung Airbus 320
Niederdruck-Feinguß
warmausgehärtet
Maße: 575 x 250 x 210 mm
Gewicht: 4,7 kg

5 Federgehäuse für Schaltanlage
Kokillenguß
Maße: 490 x 490 x 515 mm
Gewicht: 26,0 kg

Silafont-30

Anwendungsgebiet

Maschinenbau, Kraftfahrzeug- und Motorenbau, Textilmaschinen, Elektromaschinen, Klimaanlage.

Kennzeichnende Eigenschaften

Eine der wichtigsten aushärtbaren AlSi-Gußlegierungen mit sehr guten Gießeigenschaften und hervorragender Korrosionsbeständigkeit. Hohe Festigkeitswerte nach Warmaushärtung. Ausgezeichnet schweißbar, sehr gut spanbar.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlSi9Mg

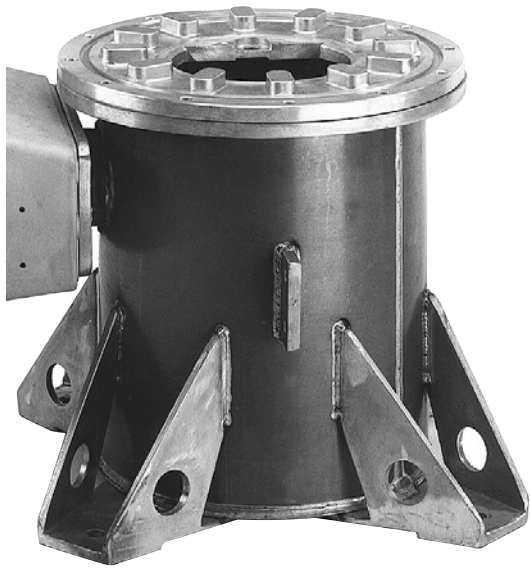
numerisch: 43 300

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere (Na/Sr)
9,0-10,0	0,15	0,02	0,05	0,30-0,45	0,07	0,15	

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	F	80 - 140 (80)	160 - 220 (150)	2 - 6 (2)	50 - 70 (50)
Sandguß	wa T6	200 - 310 (180)	250 - 330 (220)	2 - 5 (2)	80 - 115 (75)
Kokillenguß	F	90 - 150 (90)	180 - 240 (180)	2 - 9 (2)	60 - 80 (60)
Kokillenguß	ta T64	180 - 210 (140)	250 - 290 (220)	6 - 10 (3)	80 - 90 (80)
Kokillenguß	wa T6	210 - 310 (190)	290 - 360 (240)	4 - 7 (2)	90 - 120 (90)

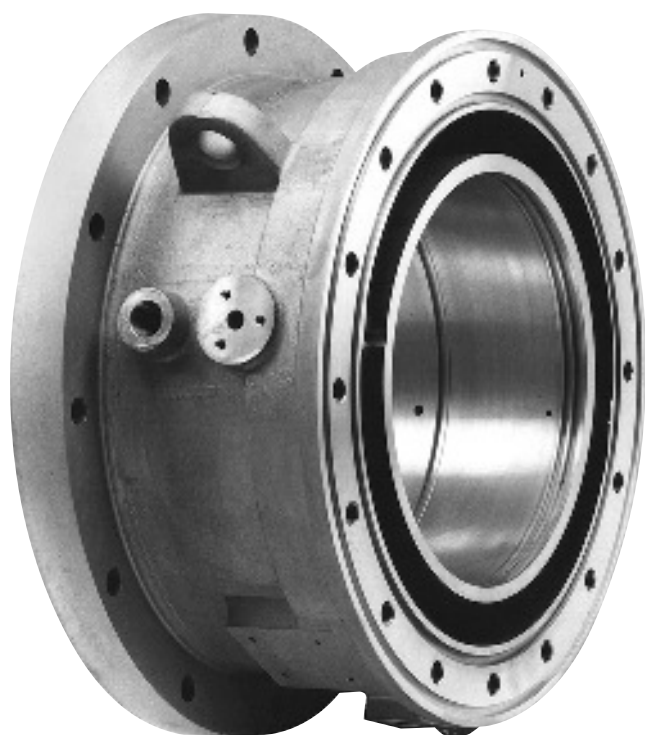


1 Transformator-kessel
Kokillenguß, dauerveredelt; WIG-
geschweißt
Maße: 510 x 800 x 500 mm
Gewicht: 45 kg

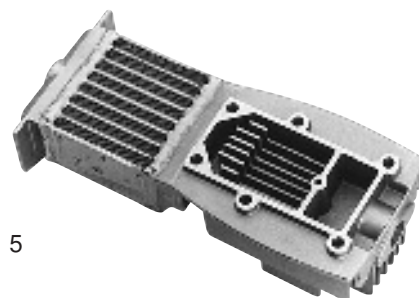
2 Radaufhängung für Motorrad
Kippkokillenguß, dauerveredelt
warmausgehärtet
Maße: 640 x 300 x 140 mm
Gewicht: 5,2 kg

3 Schwungradgehäuse
Niederdruckkokillenguß, dauerveredelt
wirmausgehärtet
Maße: 680 x 580 x 155 mm
Gewicht: 24,3 kg

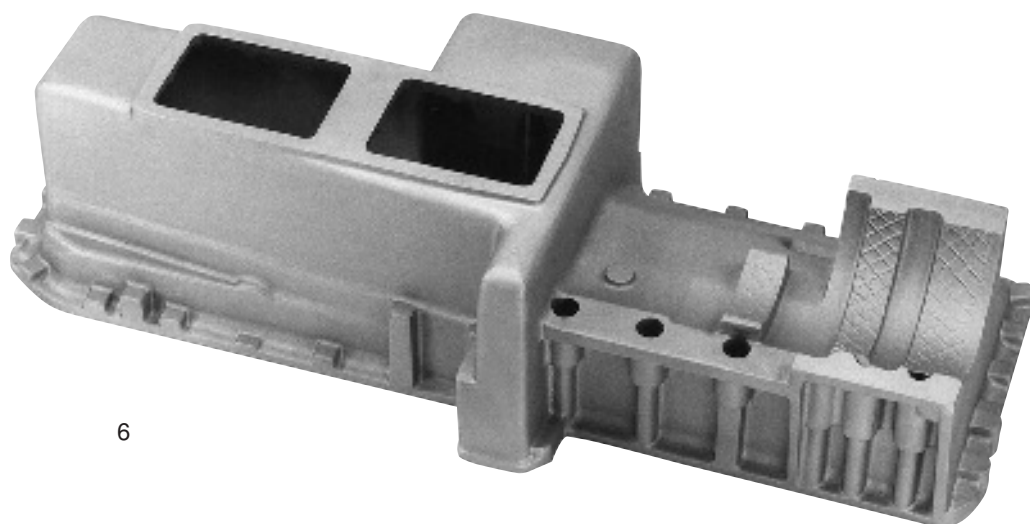
3



4



5



6

4 Zwischenflansch
für SF₆-Schaltanlage
Sandguß; warmausgehärtet
Maße: 560 mm Ø x 270 mm
Gewicht: 64 kg

5 Zylinderkopf für Kompressor
Kokillenguß
Maße: 390 x 160 x 110 mm
Gewicht: 4,2 kg

6 Ölwanne für Nutzfahrzeuge
Sandguß
Maße: 1060 x 420 x 260 mm
Gewicht: 38,4 kg

Silafont-36

Anwendungsgebiet

Maschinenbau, Kraftfahrzeug- und Motorenbau, Textilmaschinen, Elektromaschinen, Klimaanlage.

Kennzeichnende Eigenschaften

Ausgezeichnet gießbare Druckgußlegierung, sehr gute Dehnung im Gußzustand, höchste Dehnung nach Wärmebehandlung. Sehr gute Korrosionsbeständigkeit, gut polierbar, sehr gut spanbar.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlSi9Mg

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere Sr
9,5-11,5	0,15	0,03	0,5-0,8	0,1-0,5	0,10	0,15	

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Druckguß	F	120 - 150	250 - 290	5 - 10	75 - 95
Druckguß	aw T5	155 - 245	275 - 340	4 - 9	90 - 110
Druckguß	ka T4	95 - 140	210 - 260	15 - 22	60 - 75
Druckguß	wa T6	210 - 280	290 - 340	7 - 12	100 - 110
Druckguß	ü T7	120 - 170	200 - 240	15 - 20	60 - 75

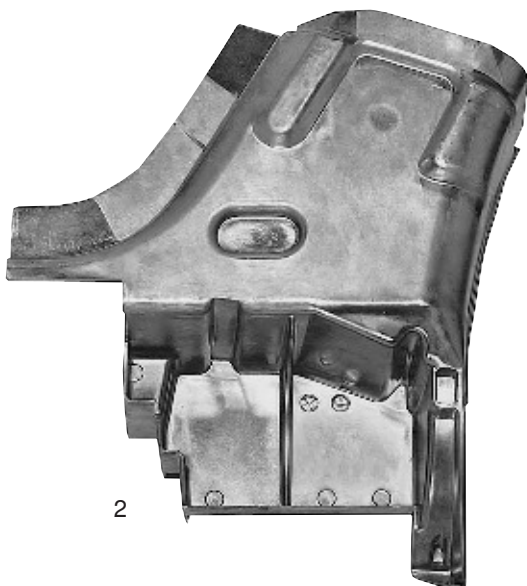
Weitere Beispiele für die Legierungsanwendung in diesem Katalog:

Seite 54/55

Siehe auch:
Diagramm zu den mechanischen Werten
Seite 23 Abb. 6



1



2



3

1 Space-frame-Knoten für Automobil
Druckguß; wärmebehandelt T7
Maße: 630 x 190 x 190 mm
Gewicht: 1,4 kg

2 Space-frame-Knoten für Automobil
Druckguß; wärmebehandelt T7
Maße: 350 x 300 x 130 mm
Gewicht: 1,3 kg

3 Motorträger
Druckguß
Maße: 270 x 90 x 100 mm
Gewicht: 0,7 kg



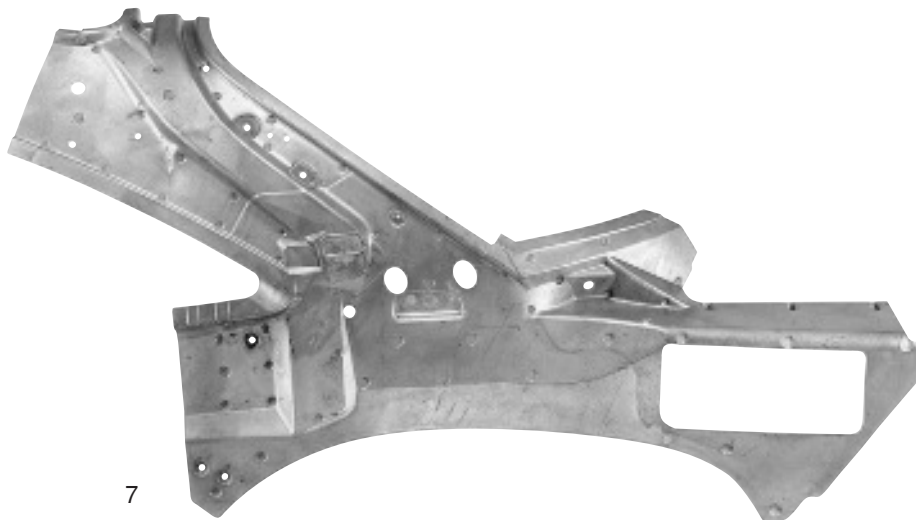
4 Integralträger
Druckguß; Zustand O
Maße: 920 x 580 x 170 mm
Gewicht: 10,0 kg

4



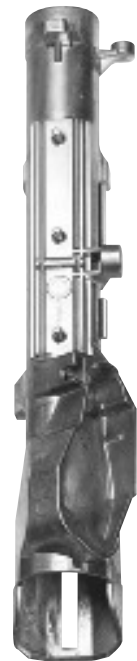
5 Integralträger
Druckguß; Zustand T6
Maße: 880 x 750 x 170 mm
Gewicht: 10,2 kg

5



7 C-Säule
Druckguß; wärmebehandelt T7
Maße: 1270 x 770 x 150 mm
Gewicht: 2,7 kg

7



6 Mantelrohr mit Konsole
Druckguß
Maße: 450 x 70 x 90 mm
Gewicht: 0,96 kg

6

Silafont-09

Anwendungsgebiet

Gehäuseteile, Optik, großflächige Apparateile, Nahrungsmittelindustrie, Beleuchtungskörper.

Kennzeichnende Eigenschaften

Bördelbare Druckgußlegierung mit sehr guten Gieß Eigenschaften.
Sehr gute Korrosionsbeständigkeit gegen Witterung und Wasser.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlSi9

numerisch: 44 400

Zusammensetzung [Masse-%]

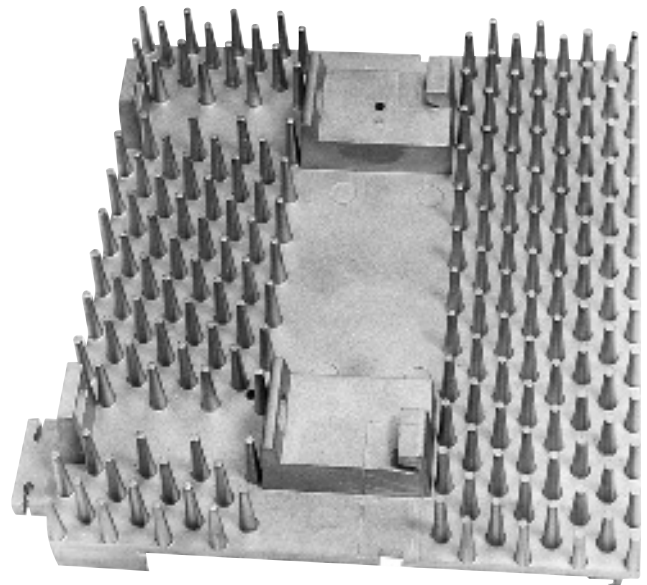
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
9,5-10,6	0,4	0,02	0,4	0,05	0,10	0,10

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Druckguß	F	140 - 180	240 - 280	5 - 10	60 - 80



1



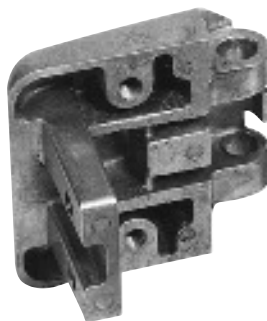
3

1 Lüfterflügel
Druckguß
Maße: 410 x 120 x 55 mm
Gewicht: 0,6 kg

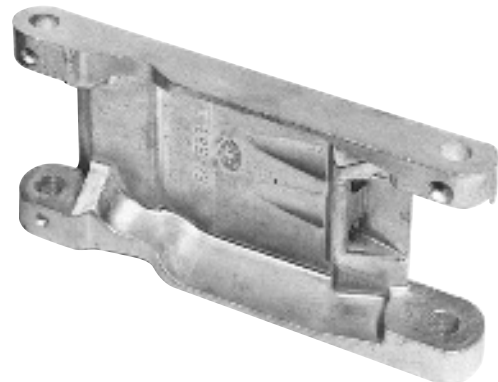
Weitere Beispiele für die Legierungsanwendung in diesem Katalog:

Grundplatte für Computerspeicher
Druckguß; Seite 55

Wärmetauscher für Standheizung
Druckguß; Seite 57



2



2 Schiebetürbeschlag für Transporter
Druckguß
Maße: 85 x 85 x 45 mm
Gewicht: 0,8 kg

3 Kühlkörper
Druckguß
Maße: 160 x 180 x 35 mm
Gewicht: 0,6 kg

Silafont-13

Anwendungsgebiet

Maschinenbau; für jede Art von komplizierten, druckdichten, schwingungs- und schlagfesten Konstruktionselementen, Kraftfahrzeugrädern.

Kennzeichnende Eigenschaften

Naheutektische AlSi-Universallegierung mit mittleren Festigkeitseigenschaften, hoher Dehnung und Schlagzähigkeit. Ausgezeichnet gießbar, sehr gute Korrosionsbeständigkeit, ausgezeichnet schweißbar. Guter Glanz nach mechanischem Polieren.

Legierungskennzeichnung

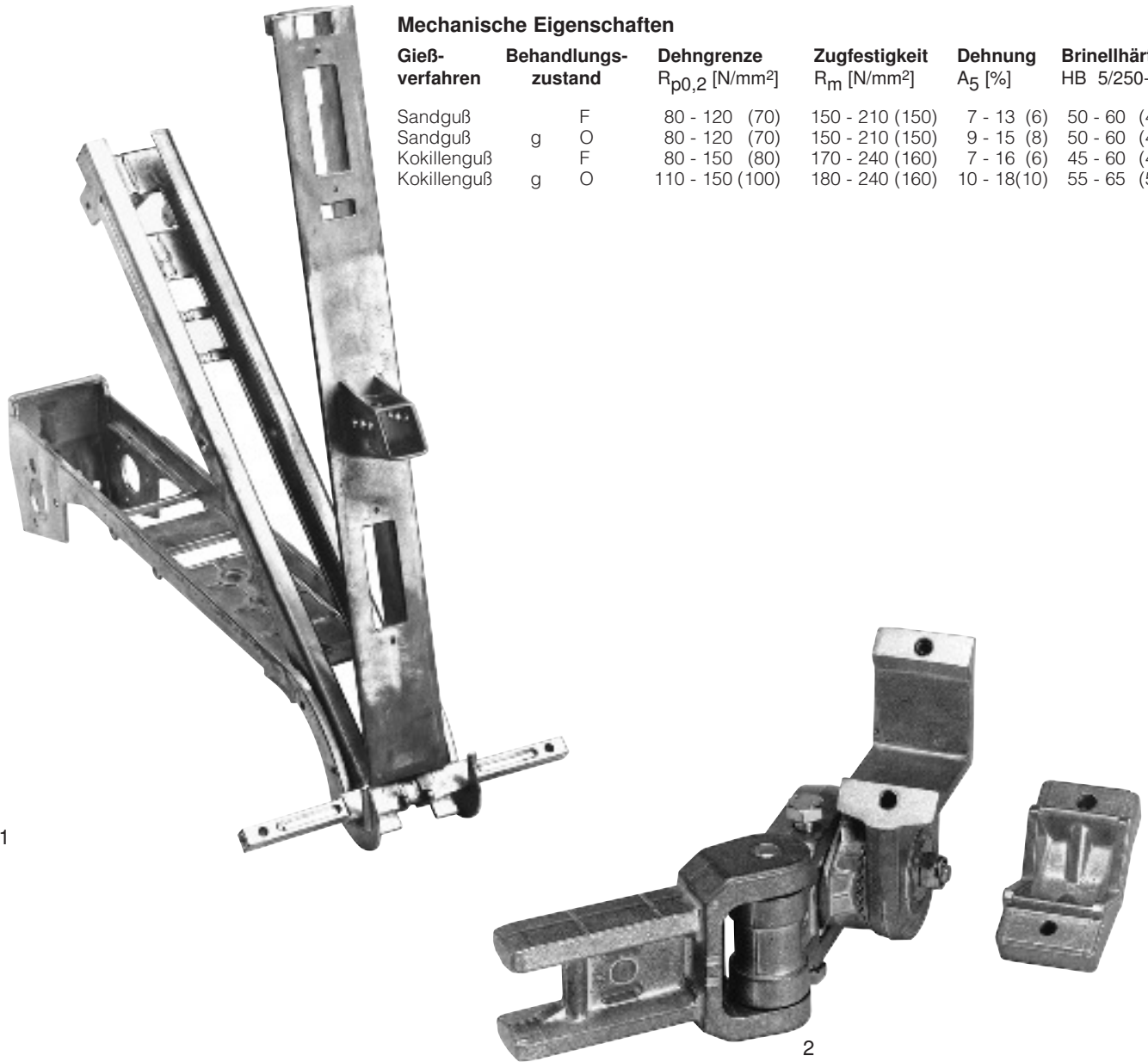
chemisch: AlSi11

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere (Na/Sr)
10,0-13,5	0,15	0,02	0,05	0,05	0,07	0,15	

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	F	80 - 120 (70)	150 - 210 (150)	7 - 13 (6)	50 - 60 (45)
Sandguß	g	80 - 120 (70)	150 - 210 (150)	9 - 15 (8)	50 - 60 (45)
Kokillenguß	F	80 - 150 (80)	170 - 240 (160)	7 - 16 (6)	45 - 60 (45)
Kokillenguß	g	110 - 150 (100)	180 - 240 (160)	10 - 18(10)	55 - 65 (50)



1 Leiterverankerung
Niederdruck-Kokillenguß
Schweißkonstruktion
Maße: 820 x 250 x 370 mm
Gewicht: 5,6 kg

2 Markisengelenk
Kokillenguß, dauerveredelt
Maße: max. 160 x 70 x 35 mm
Gewicht: max. 0,5 kg

Silafont-20

Anwendungsgebiet

Gußstücke mit komplizierter Gestalt; mechanisch hoch beanspruchte, druckdichte, schwingungsfeste Teile aller Art; Pkw-, Lkw- und Motorrad-Räder.

Kennzeichnende Eigenschaften

Naheutektische aushärtbare AlSi-Legierung mit hohen Festigkeitseigenschaften. Hervorragende Korrosionsbeständigkeit gegen Witterung und Wasser. Ausgezeichnet schweißbar. Spanbarkeit nach Aushärtung gut. Besonders gute Zähigkeitseigenschaften bei Silafont-20 dv.

Legierungskennzeichnung

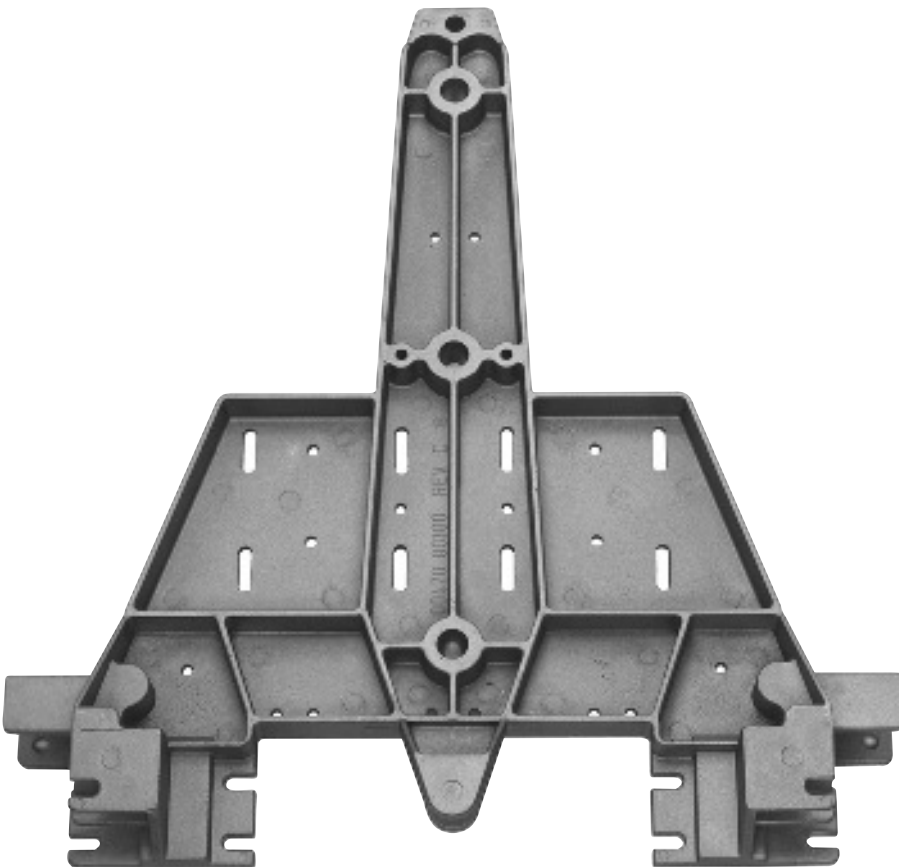
chemisch: AlSi11Mg numerisch: 44 000

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
10,0-11,8	0,15	0,02	0,05	0,10-0,45	0,07	0,15	Sr

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	F	80 - 140 (70)	170 - 220 (170)	2 - 4 (1,5)	50 - 60 (50)
Sandguß	wa T6	120 - 300 (110)	200 - 320 (200)	1 - 3 (0,5)	65 - 120 (55)
Kokillenguß	F	80 - 130 (80)	180 - 230 (180)	5 - 16 (5)	55 - 75 (55)
Kokillenguß	wa T6	125 - 320 (120)	210 - 350 (210)	4 - 15 (3)	70 - 125 (70)



1

1 Grundelement für Plattenförderer
Niederdruckkokillenguß, dauerveredelt
Maße: 980 x 780 x 200 mm
Gewicht: 18,5 kg



2

2 Messerachse und Lagerbock für
Mähmaschine
Niederdruck-Kokillenguß, dauerveredelt
Maße: max. 500 x 220 mm Ø
Gewicht: max. 4,8 kg

Silafont-70

Anwendungsgebiet

Kolben für Verbrennungsmotoren, Zahnräder, Gleitlager, Pumpenteile. Teile, die in der Wärme hohen Festigkeitsbeanspruchungen unterworfen sind.

Kennzeichnende Eigenschaften

Durch Vollaushärtung werden sehr hohe Werte für Zugfestigkeit, Dehngrenze und Härte erreicht. Gute mechanische Eigenschaften bei höheren Temperaturen. Gute Spanungseigenschaften. Verminderte Korrosionsbeständigkeit. Gute Lauf- und Gleiteigenschaften, verschleißfest.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlSi12CuNiMg numerisch: 48 000

Zusammensetzung [Masse-%]

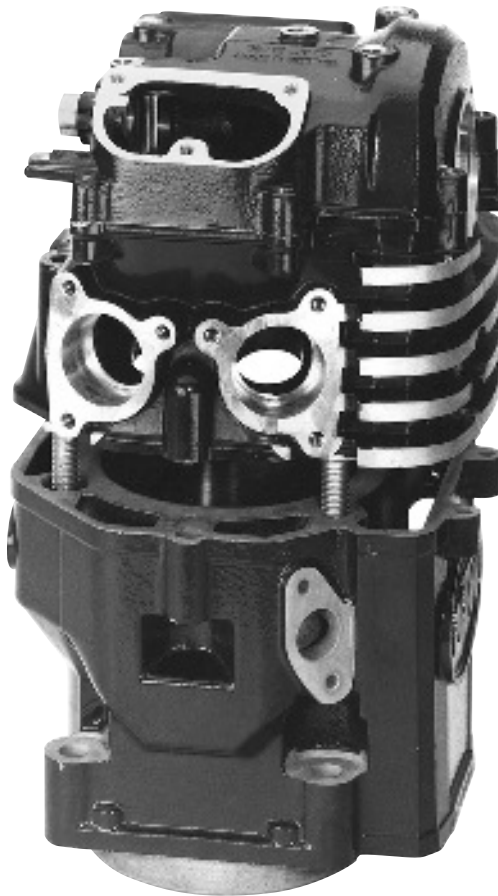
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
11,0-13,5	0,15	0,8-1,3	0,05	0,9 -1,3	0,10	0,10	0,8 -1,3 Ni

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze R _{p0,2} [N/mm ²]	Zugfestigkeit R _m [N/mm ²]	Dehnung A ₅ [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	F	120 - 170 (110)	130 - 180 (120)	0,5 - 1,5(0,5)	80 - 90 (80)
Sandguß	wa T6	200 - 300 (190)	220 - 300 (200)	0,3 - 1,0(0,3)	140 - 160 (140)
Sandguß	st T5	140 - 190 (140)	160 - 190 (160)	0,2 - 1,0(0,2)	80 - 90 (80)
Kokillenguß	F	190 - 260 (180)	200 - 270 (190)	1,0 - 2,5(0,5)	90 - 105 (90)
Kokillenguß	wa T6	320 - 390 (280)	350 - 400 (300)	0,5 - 2,0(0,5)	150 - 160(145)
Kokillenguß	st T5	185 - 210 (150)	200 - 230 (180)	0,5 - 2,0(0,5)	90 - 110 (90)



1



2



3

1 Gehäuse für Schraubenspindelpumpen
Sandguß; warmausgehärtet
Maße: 700 x 200 mm Ø
Gewicht: 12,0 kg

2 Zylindergehäuse mit Zylinderkopf
Kokillenguß
warmausgehärtet
Maße: 290 x 175 x 170 mm
Gewicht: 5,4 kg

3 Nadellager für Industrienähmaschine
Feinguß
wärmebehandelt
Maße: 100 x 40 x 30 mm
Gewicht: 0,05 kg

Unifont-90

Anwendungsgebiet

Maschinenbau, Fahrzeugbau, Modellbau, Hydraulikguß, Haushaltsgeräte, Textilmaschinen, Wehrtechnik, Formenbau.

Kennzeichnende Eigenschaften

Selbstaushärtende Legierung mit sehr guten Festigkeits- und Dehnungseigenschaften. Sehr gute mechanische Polierbarkeit und Spanbarkeit. Gut schweißbar. Härtet nach Wärmebeanspruchung wieder aus. Gieß Eigenschaften wie Silafont-13.

Legierungskennzeichnung

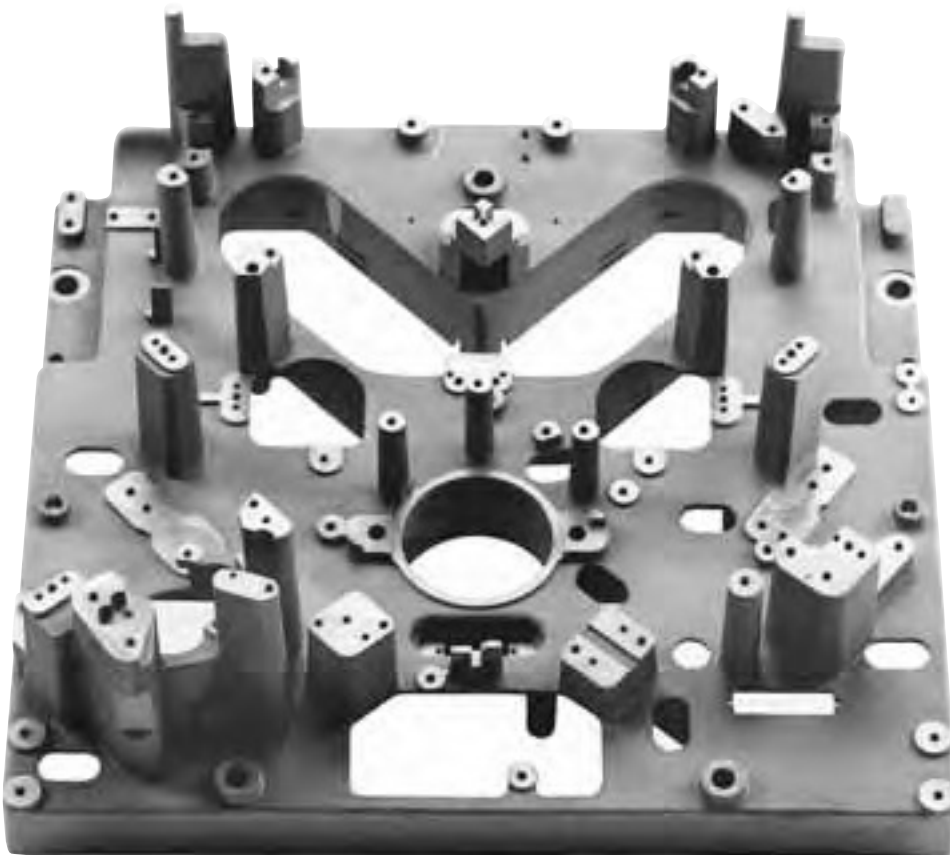
chemisch: AlZn10Si8Mg

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere (Na/Sr)
8,5- 9,5	0,15	0,03	0,10	0,3-0,5	9,0-10,0	0,15	

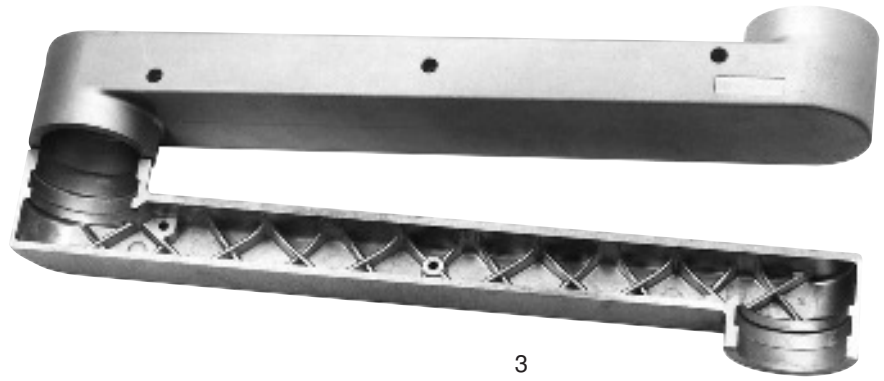
Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß (90)	rl T1	190 - 230(170)	220 - 250(180)	1 - 2(1)	90 - 100
Kokillenguß (95)	rl T1	220 - 250(220)	280 - 320(230)	1 - 6(1)	105 - 120

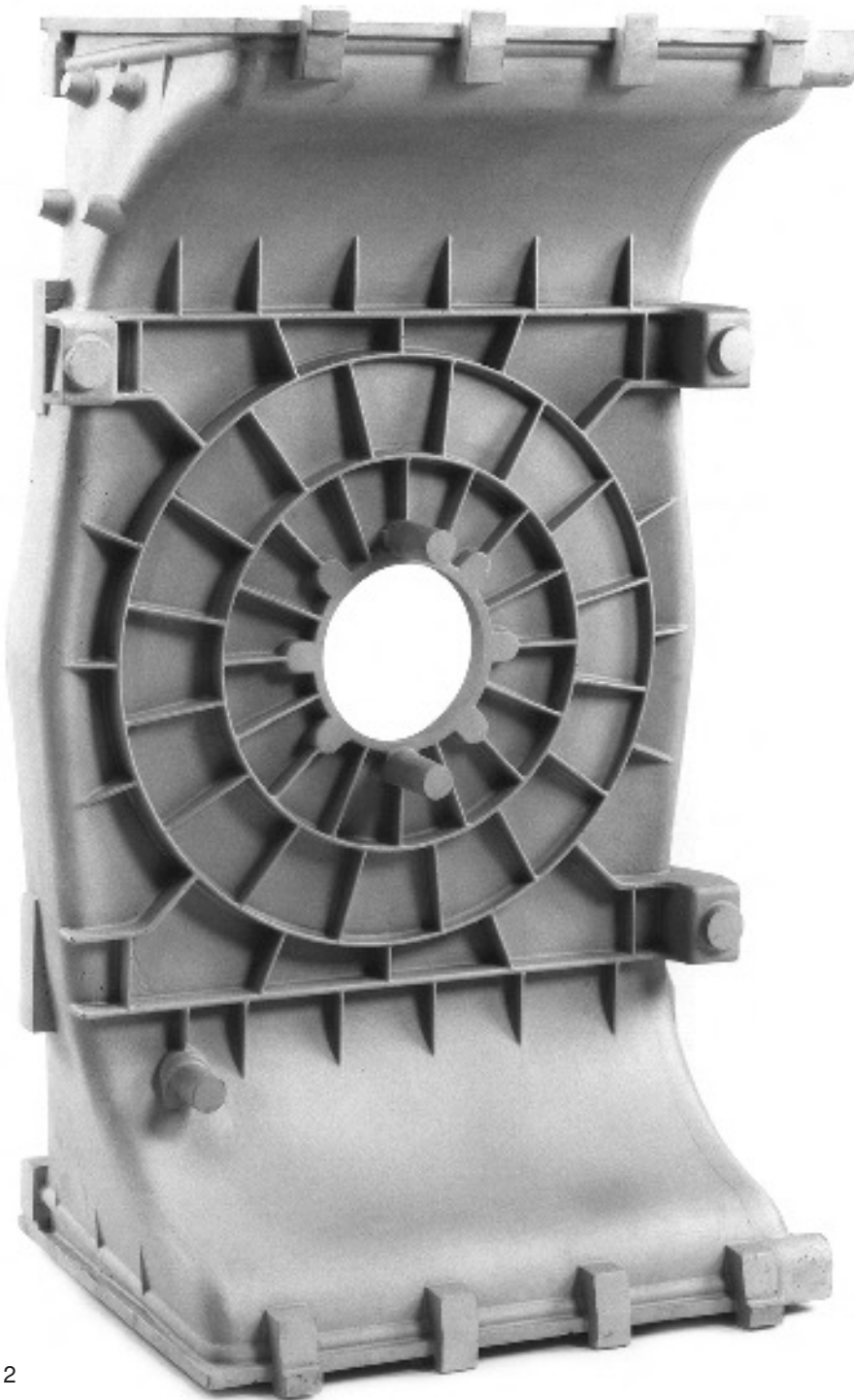


1

1 Grundplatte für Filmschneidegeräte
Sandguß
elektrisch leitend hartanodisiert
Maße: 500 x 500 x 170 mm
Gewicht: 4,8 kg



3



2



4

2 Luftansauggehäuse
Sandguß
Maße: 1290 x 670 x 530 mm
Gewicht: 100 kg

3 Tragarm für Operationsleuchte
Kokillenguß
Maße: 820 x 145 x 130 mm
Gewicht: 8,9 kg

4 Schussfadenhalter
Kokillenguß
Maße: 320 x 70 x 55 mm
Gewicht: 0,5 kg

Unifont-94

Anwendungsgebiet

Maschinenbau, Fahrzeugbau, Haushaltsgeräte.

Kennzeichnende Eigenschaften

Selbstaushärtende Druckgußlegierung für Druckgußstücke mit hohen Druckspannungen, jedoch nicht mit statischen Zugspannungen.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlZn10Si8Mg

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
8,5- 9,5	0,4	0,03	0,4	0,3-0,5	9,0-10,0	0,10

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Druckguß	rl T1	230 - 280	300 - 350	2 - 4	110 - 120 0



1



2



3

3 Lagerkerne für Schwingungsdämpfer
Druckguß
vulkanisierfähig
Maße: max. 105 x 25 mm Ø
Gewicht: max. 0,2 kg

1 Zielfernrohrgehäuse
Druckguß
Maße: 650 mm Ø x 295 mm
Gewicht: 0,2 kg

2 Gurtaufrollgehäuse
Druckguß
Maße: 140 x 70 x 50 mm
Gewicht: 0,28 kg

Weitere Beispiele für die Legierungs-
anwendung in diesem Katalog:

Vulkanisierter Lagerkern
Druckguß

Seite 53

Peraluman-30

Anwendungsgebiet

Dekoratив anodisch oxidierte Teile, Baubeschläge, Schiffsaufbauten, Nahrungsmittelindustrie. Metallmöbel, Optik, Kunstguß.

Kennzeichnende Eigenschaften

Ausgezeichnete chemische Beständigkeit, besonders gegen Meerwasser. Hervorragend geeignet für dekorative anodische Oxidation, hervorragender Glanz nach mechanischem Polieren. Sehr gute Werte an Bruchdehnung und Schlagzähigkeit. Anspruchsvolle Gießtechnik.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlMg3(a) numerische: 51 100

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
0,45	0,15	0,02	0,01-0,4	2,7-3,5	0,10	0,01-0,15	Be

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze R _{p0,2} [N/mm ²]	Zugfestigkeit R _m [N/mm ²]	Dehnung A ₅ [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	F	70 - 100 (60)	170 - 190 (140)	4 - 8 (4)	50 - 60 (45)
Sandguß	wa T6	140 - 160 (110)	200 - 240 (160)	6 - 8 (5)	65 - 75 (60)
Kokillenguß	F	70 - 100 (70)	170 - 210 (150)	9 - 16 (6)	50 - 60 (50)
Kokillenguß	wa T6	140 - 160 (110)	240 - 260 (180)	15 - 20(12)	70 - 80 (70)



Aufnahmezylinder für
Lebensmittelverarbeitung
Kokillenguß
dekorativ anodisiert
Maße: 330 mm Ø x 220 mm
Gewicht: 3,5 kg

Weitere Beispiele für die Legierungs-
anwendung in diesem Katalog:

Türdrücker
Kippkokillenguß; Seite 59

Peraluman-50

Anwendungsgebiet

Dekoratív anodisch oxidierte Teile, Baubeschláge, Schiffsaufbauten, Nahrungsmittelindustrie, Metallmóbel, Optik, Kunstguß.

Kennzeichnende Eigenschaften

Ausgezeichnete chemische Beständigkeit, besonders gegen Meerwasser. Hervorragend geeignet für dekorative anodische Oxidation, hervorragender Glanz nach mechanischem Polieren. Sehr gute Werte an Bruchdehnung und Schlagzähigkeit. Anspruchsvolle Gießtechnik.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlMg5

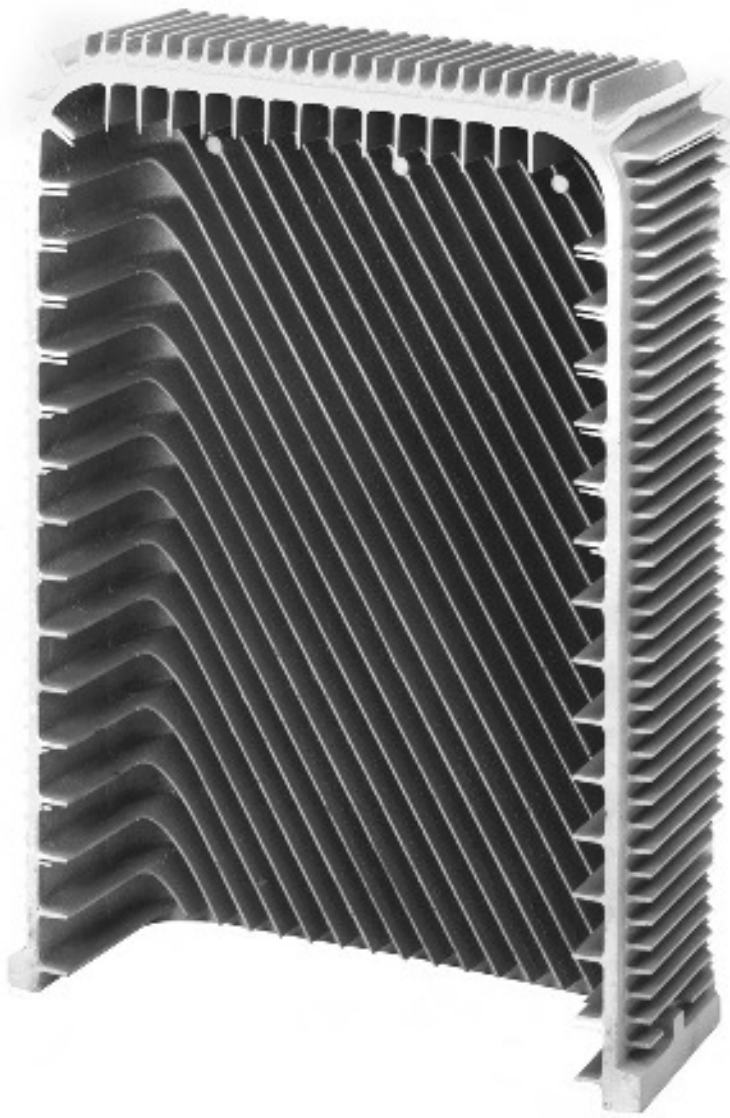
numerische: 51 300

Zusammensetzung [Masse-%]

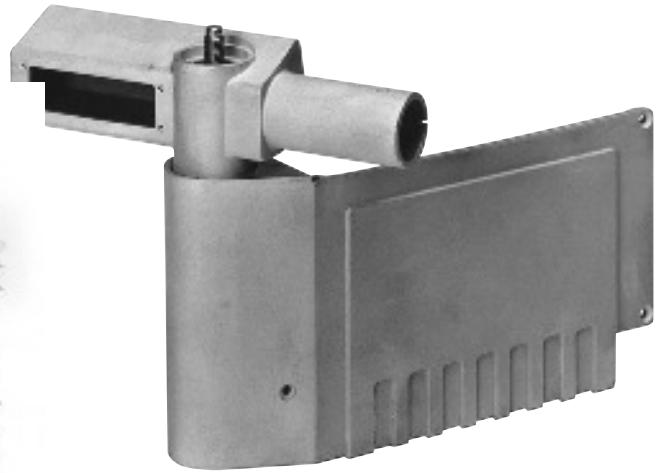
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
0,30	0,15	0,02	0,01-0,4	4,8-5,5	0,10	0,01-0,15	Be

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	F	100 - 120 (90)	190 - 250 (170)	10 - 15 (8)	55 - 70 (50)
Kokillenguß	F	100 - 140 (100)	200 - 260 (180)	10 - 25 (8)	60 - 75 (55)



1



2

1 Kühlhalbschale für Röntgengeräte
Sandguß
Maße: 640 x 440 x 170 mm
Gewicht: 19 kg

2 Eingabehäuse für Selbststeueranlage an Hochseejachten
Sandguß
anodisch oxidiert
Maße: 290 x 210 x 40 mm
Gewicht: 0,4 kg

Peraluman-56

Anwendungsgebiet

Korrosionsbeständige Teile für Chemie- und Nahrungsmittelindustrie, Armaturen- und Apparatebau, Schiffbau, Feuerlöschwesen, Bauwesen, Kunstguß.

Kennzeichnende Eigenschaften

Aushärtbare Legierung mit mittleren Festigkeitseigenschaften bei hoher Bruchdehnung. Ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit, sehr guter Glanz nach mechanischem Polieren. Ausgezeichnet spanbar. Anspruchsvolle Gießtechnik.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlMg5Si numerisch: 51 400

Zusammensetzung [Masse-%]

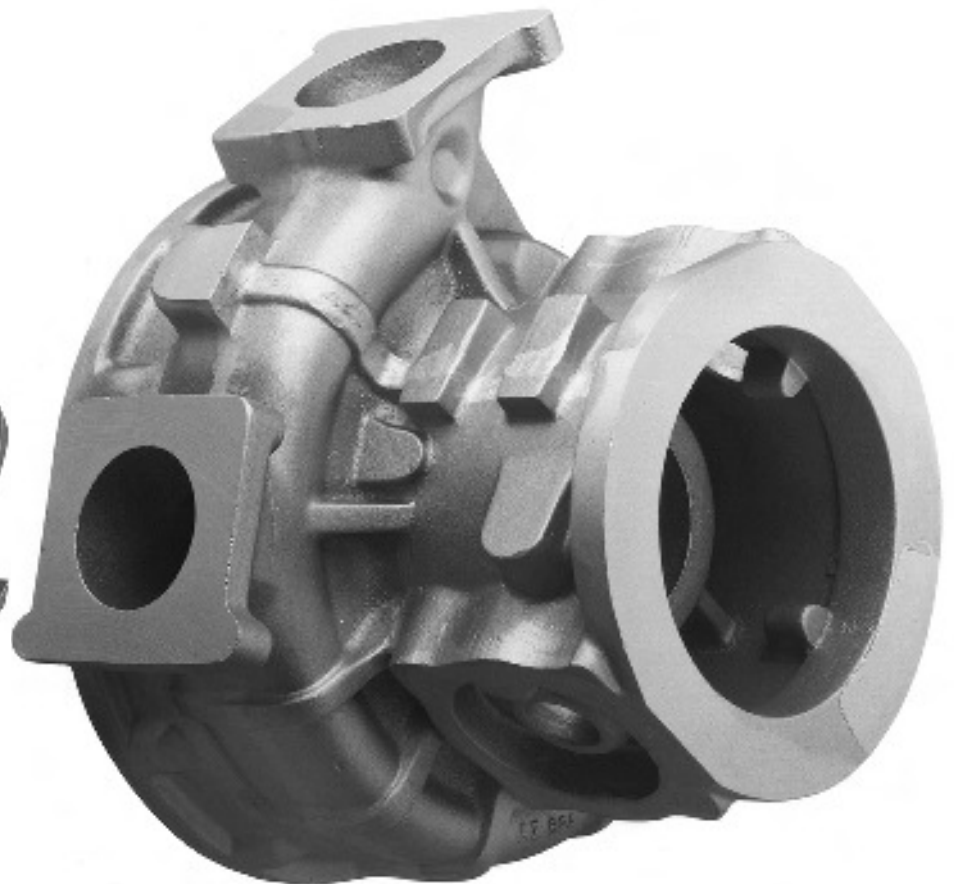
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
0,9-1,3	0,15	0,02	0,01-0,4	4,8-5,5	0,10	0,01-0,15	Be

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	F	110 - 130 (100)	160 - 200 (140)	3 - 4 (2)	60 - 80 (55)
Sandguß	wa T6	110 - 160 (110)	180 - 220 (160)	3 - 4 (2)	70 - 80 (65)
Kokillenguß	F	110 - 150 (100)	180 - 240 (150)	3 - 5 (3)	65 - 85 (60)
Kokillenguß	wa T6	110 - 160 (110)	210 - 260 (200)	3 - 18 (5)	75 - 85 (70)



1



2

1 Leitrad für Kreiselpumpe
Sandguß
Maße: 245 mm \varnothing x 50 mm
Gewicht: 0,95 kg

2 Spiralgehäuse für Löschfahrzeuge
Sandguß
Betriebsdruck 18 bar
Maße: 390 mm \varnothing x 260 mm
Gewicht: 14,4 kg

Magsimal-59

Anwendungsgebiet

Sicherheitsteile im Fahrzeugbau, im Gußzustand verwendbar; für stabile und dynamisch beanspruchte Konstruktionen, auch Schweißkonstruktionen mit Aluminiumprofilen.

Kennzeichnende Eigenschaften

Druckgußlegierung mit hervorragenden mechanischen und dynamischen Eigenschaften bei dünnen Wanddicken. Sehr gut schweißbar, geeignet für Stanznieten. Sehr hohe Korrosionsbeständigkeit, ausgezeichnete mechanische Polierbarkeit und gute Spanbarkeit.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlMg5Si2Mn

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Be
1,8-2,6	0,2	0,05	0,5-0,8	5,0-6,0	0,07	0,20	0,004

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]
Druckguß	F 2 - 4 mm	160 - 220	310 - 340	12 - 18
	F 4 - 6 mm	140 - 170	250 - 320	9 - 14
	F 6 - 12 mm	120 - 145	220 - 260	8 - 12



1



2



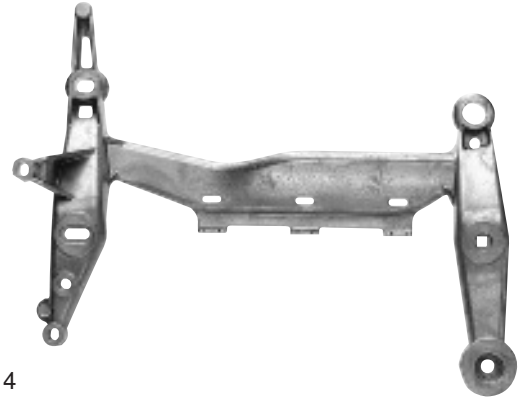
1 Türinnenteile
Druckguß
Maße: 1400 x 300 bis 1000 x 240 mm
Gewicht: 2,0 – 2,2 kg

2 Dreieckslenker
Druckguß
Maße: 340 x 370 x 60 mm
Gewicht: 0,7 kg



3

3 Lenkradskelett
Druckguß
Maße: Ø 370 x 125
Gewicht: 0,85 kg



4

4 Kompressorträger
Druckguß
Maße: 330 x 230 x 75 mm
Gewicht: 0,45 kg



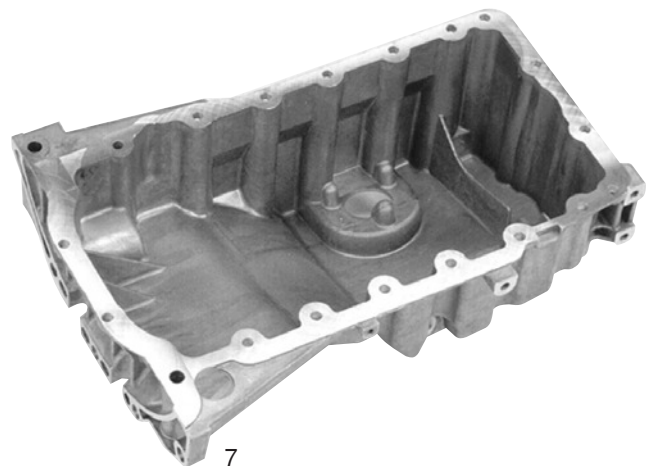
5

5 Hinterer Querträger
Druckguß
Maße: 1080 x 370 x 150 mm
Gewicht: 6,5 kg



6

6 Stabilisatorstangen-Halter
Druckguß
Maße: 130 x 85 x 45 mm
Gewicht: 0,20 kg



7

7 Ölwanne
Druckguß
Maße: 440 x 310 x 180 mm
Gewicht: 3,0 kg

Alufont-52

Anwendungsgebiet

Hochbeanspruchte Teile aller Art, sofern Korrosionseigenschaften kein Hindernis sind. Maschinenbau, Fahrzeug- und Textilindustrie, Wehrtechnik.

Kennzeichnende Eigenschaften

Hochfeste Legierung für Teil- und Warmaushärtung. Ausgezeichnet spanbar, sehr gute Poliereigenschaften, gut schweißbar, eingeschränkte Korrosionsbeständigkeit. Mechanische Werte in weiten Grenzen variierbar durch Modifizieren der Warmauslagerung.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlCu4Ti

numerisch: 21 100

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
0,15	0,15	4,2-5,2	0,01-0,5	0,03	0,07	0,15-0,25

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze R _{p0,2} [N/mm ²]	Zugfestigkeit R _m [N/mm ²]	Dehnung A ₅ [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	ta T64	210 - 240 (180)	300 - 360 (260)	8 - 15 (4)	90 - 100 (90)
Sandguß	wa T6	300 - 420 (280)	400 - 475 (350)	3 - 4 (2)	125 - 145(120)
Kokillenguß	ta T64	210 - 250 (190)	360 - 400 (300)	12 - 20(10)	90 - 120 (90)
Kokillenguß	wa T6	310 - 400 (300)	420 - 475 (400)	7 - 16 (4)	130 - 145(130)

Weitere Beispiele für die Legierungsanwendung in diesem Katalog:

Getriebe für ICE
Sandguß Seite 52

Radsatzlagerschwinge für Straßenbahn
Sandguß Seite 53

Güterwaggon-Drehgestellrahmen
Sandguß Seite 54



1



2

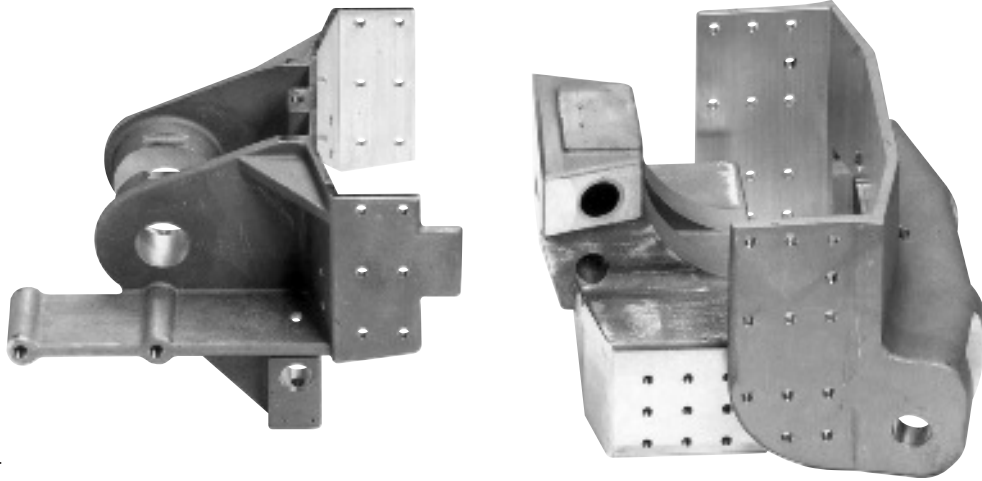


3

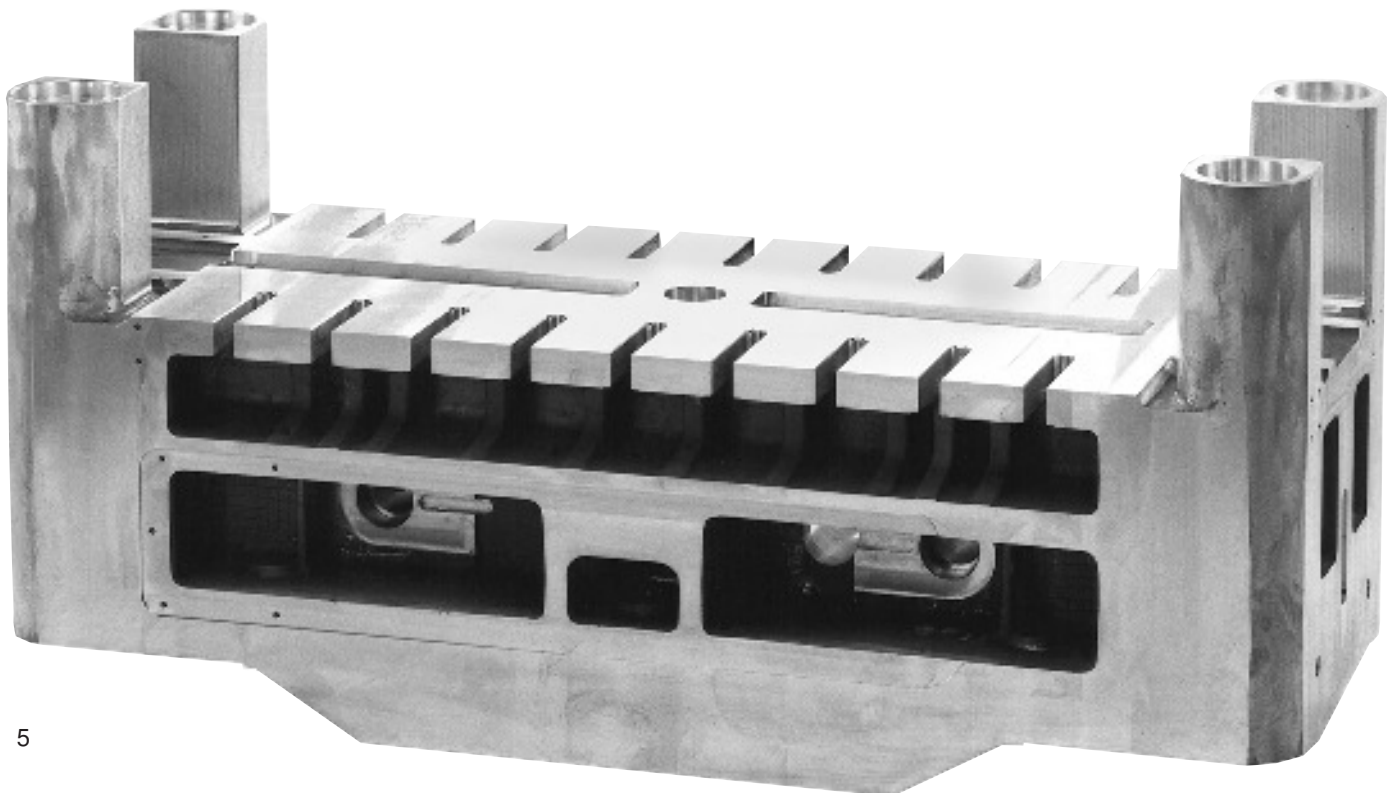
1 Laschenlenker in Windkraftanlagen
Kokillenguß
warmausgehärtet
Maße: 180 x 70 x 60 mm
Gewicht: 0,42 kg

2 Klemmelement
Kokillenguß
Maße: 70 x 70 x 30 mm
Gewicht: 0,1 kg

3 Turbolaufrad
Feinguß
Maße: Ø 185 x 100 mm
Gewicht: 2,3 kg



4



5

Weitere Beispiele für die Legierungsanwendung in diesem Katalog:

Spreizarmbrücke für Rettungsgerät
Sandguß Seite 55

Hauptquerträger für U-Bahnwaggon
Sandguß; geschweißt Seite 49

4 Gelenkelemente für Teleskoparm-
Hebebühne
Sandguß, warmausgehärtet T6
Maße: 420 x 310 x 300
Gewicht: 16,6 kg alle drei Teile

5 Stößel für Hochleistungs-
Stanzautomat
Sandguß; warmausgehärtet
Maße: 1160 x 440 x 550 mm
Gewicht: 276 kg bis max. 1100 kg

Alufont-47

Anwendungsgebiet

Hochbeanspruchte Teile aller Art, sofern Korrosionseigenschaften kein Hindernis sind. Flugzeug- und Fahrzeugbau, Hochspannungsschalter, Textilmaschinen, Wehrtechnik.

Kennzeichnende Eigenschaften

Hochfeste Legierung für Kalt- und Warmaushärtung. Sehr gute Zähigkeitseigenschaften nach Kaltaushärtung. Ausgezeichnet spanabhebend bearbeitbar. Hoher Glanz nach mechanischem Polieren. Bei Vollaushärtung Neigung zur Spannungsrisskorrosion.

Legierungskennzeichnung

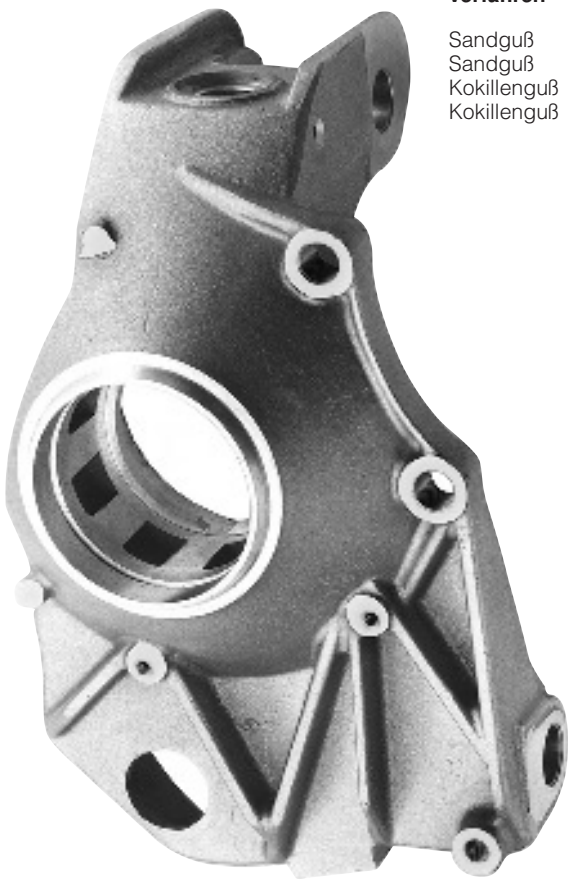
chemisch: AlCu4TiMg numerisch: 21 000

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
0,15	0,15	4,2-5,0	0,10	0,20-0,35	0,07	0,15-0,25

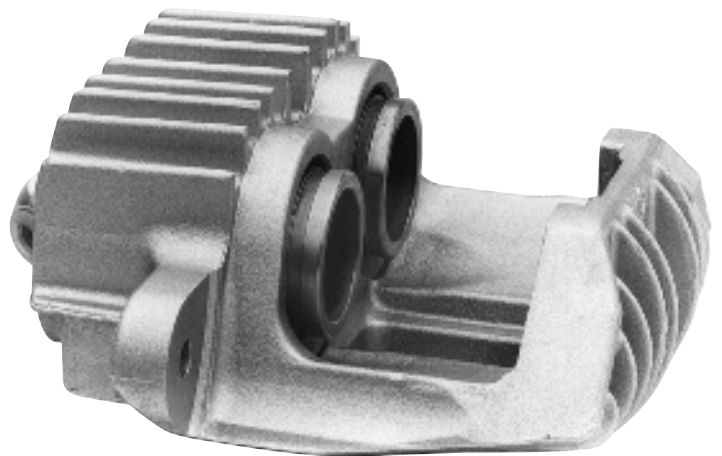
Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze R _{p0,2} [N/mm ²]	Zugfestigkeit R _m [N/mm ²]	Dehnung A ₅ [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Sandguß	ka T4	220 - 280 (180)	300 - 400 (240)	5 - 15 (3)	90 - 115 (85)
Sandguß	wa T6	240 - 350 (220)	350 - 420 (280)	3 - 10 (1)	95 - 125 (90)
Kokillenguß	ka T4	220 - 300 (200)	320 - 420 (280)	8 - 18 (5)	95 - 115 (90)
Kokillenguß	wa T6	260 - 380 (220)	350 - 440 (300)	3 - 12 (2)	100 - 130 (95)



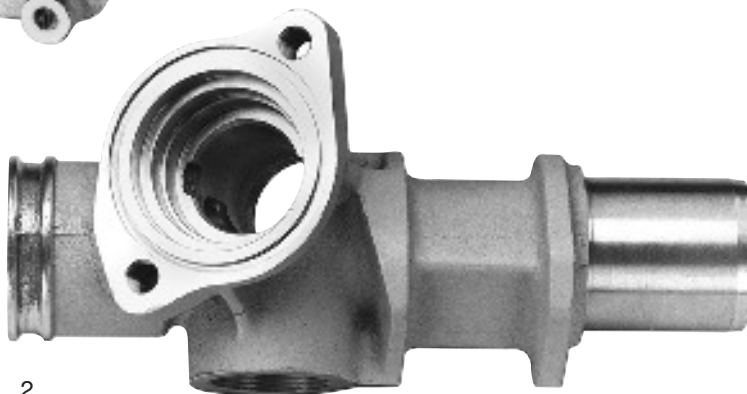
1

1 Radschemel für Sportfahrzeug
Sandguß
warmausgehärtet
Maße: 300 x 205 x 200 mm
Gewicht: 3,5 kg



3

3 Bremssattel
Sandguß
warmausgehärtet
Maße: 190 x 150 x 85 mm
Gewicht: 1,9 kg



2

2 Lenkgehäuse für Sportfahrzeug
Sandguß
warmausgehärtet
Maße: 210 x 100 x 100 mm
Gewicht: 0,8 kg

Weitere Beispiele für die Legierungsanwendung in diesem Katalog:

Mehrteilige Sattelbremse
Sandguß; Seite 54

Aluman-16

Anwendungsgebiet

Kühlerbau, Nahrungsmittelindustrie.

Kennzeichnende Eigenschaften

Hartlötbare Legierung mit eingeschränkter Gießbarkeit im Kokillenguß.

Legierungskennzeichnung

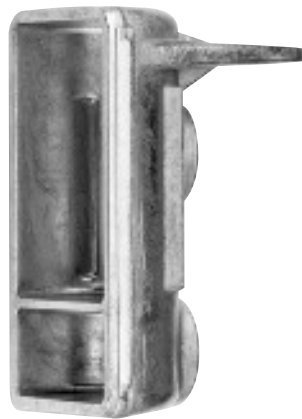
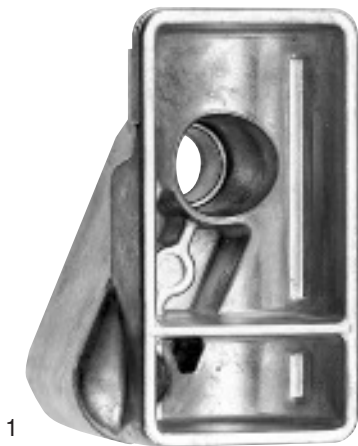
chemisch: AlMn1,6

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
0,15	0,90	0,03	1,4-1,6	0,05	0,10	0,15

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Dehnung A_5 [%]	Brinellhärte HB 5/250-30
Druckguß	F	90 - 120	160 - 180	8 - 15	40 - 60



1 Sammlerkasten für Ölkühler
Druckguß
Maße: 75/75 x 45/40 x 55/55 mm
Gewicht: 0,13/0,07 kg

2 Rohranschlüsse Wasserkühler
Sandguß
Maße: max. 110 x 60 x 100 mm
Gewicht: max. 0,4 kg

Alle Angaben dieser Druckschrift erfolgen nach bestem Wissen aufgrund angemessener Prüfung. Wie alle anwendungstechnischen Empfehlungen stellen sie jedoch nur unverbindliche Hinweise außerhalb unserer vertraglichen Verpflichtungen (auch hinsichtlich etwaiger Schutzrechte Dritter) dar, für die wir keine Haftung übernehmen. Sie stellen insbesondere keine Eigenschaftszusicherungen dar und befreien den Anwender nicht von der eigenverantwortlichen Prüfung der von uns gelieferten Erzeugnisse auf ihre Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck.

Nachdruck, Übersetzungen und Vervielfältigung - auch auszugsweise - nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung. Neue Legierungsentwicklungen mit technischen Fortschritten nach der Drucklegung werden in nachfolgenden Auflagen berücksichtigt.