



Hüttenaluminium-Gusslegierungen

RHEINFELDEN ALLOYS



Inhaltsverzeichnis RHEINFELDEN ALLOYS

<u>Allgemeines</u>	5 Ihre Aluminium Rheinfelden GmbH
	6 Kontakt und Ansprechpartner
	7 Lieferformen
	8–9 Kundenberatung und Entwicklung
	10 Service im gesamten Prozess
	11 RHEINFELDEN FAST ALLOYS
	12–13 Publikationen
<u>Legierungen im Überblick</u>	14–17 Die Legierungen in der Übersicht
	18–19 Quickfinder
	20–21 Legierungsauswahl anhand von Tabellen
	22 32 gute Gründe Aluminiumguss anzuwenden
<u>Legierungen</u>	23–30 Anticorodal® – AlSi5–7Mg
	31–40 Silafont® – AlSi9–11–13–17Mg
	41–44 Castasil® – AlSi9MnMoZr
	45–48 Unifont® – AlZn10Si8Mg
	49–50 Castadur® – AlZn
	51–54 Peraluman® – AlMg
	55–60 Magsimal® – AlMg5Si2Mn
	61–62 Aluman® – AlMn
	63–66 Alufont® – AlCu
	67–69 Thermodur® – AlMg7Si3Mn–AlSi11Cu2
<u>Verarbeitungsmerkblätter</u>	71 Anticorodal-70
	72 Silafont-36
	73 Castasil-37
	74 Castadur-30
	75 Unifont-90
	76 Peraluman-56
	77 Magsimal-59
	78 Alufont-52
<u>Technische Informationen</u>	80–81 Zusammensetzungen
	82–83 Mechanische Eigenschaften
	84–85 Physikalische Eigenschaften
	86–87 Eigenschaften bei verschiedenen Temperaturen
	88–89 Mechanische Eigenschaften unter verschiedenen Einflüssen
	90–91 Kornfeinung
	92–97 Veredelung
	98–99 Schmelzequalität und Gussfehler
	100–101 Reinigung von Aluminium-Gusslegierungsschmelzen
	102–103 Schmelzprüfung
	104–109 Warmaushärtung – Wärmebehandlung – Selbstaushärtung
	110 Wärmebehandlung bei Druckgussstücken
	111 Dauerfestigkeit
	112–113 Korrosion und Korrosionsschutz
	114–115 Schweißkonstruktionen mit Aluminium-Gussstücken
	116 Schweißen von Druckgussstücken
	117 Spanende Bearbeitung von Aluminiumguss
	118 Impressum



Ihre Aluminium Rheinfelden GmbH

Tradition aus einem Guss

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. Schon immer auf drei Geschäftsfeldern tätig, entstand im Oktober 2008 im Zuge einer Umstrukturierung aus der Aluminium Rheinfelden GmbH eine Holding Gesellschaft und die bisherigen Geschäftsbereiche ALLOYS, SEMIS und CARBON wurden zu eigenständigen GmbH & Co. KGs.

RHEINFELDEN ALLOYS GmbH & Co. KG: Überall dort, wo Stahlkonstruktionen oder Eisenguss durch den leichten Aluminiumguss abgelöst werden können, ist RHEINFELDEN ALLOYS aktiv. Als starker Partner, vor allem für die Bereiche Automotive und Maschinenbau bietet RHEINFELDEN ALLOYS auf den Prozess und das Gussteil maßgeschneiderte Legierungen nach individuellen Kundenanforderungen.

RHEINFELDEN SEMIS GmbH & Co. KG: Butzen, Ronden und Zuschnitte aus Reinaluminium in einer Vielzahl von Abmessungen sind Vormaterial für Tuben, Dosen und Behälter sowie für technische Anwendungen.

RHEINFELDEN CARBON GmbH & Co. KG: Stampfmassen für die Aluminium- und Ferrolegierungsindustrie, Soederbergmassen für die Herstellung von hochreinen Ferrolegierungen und Silizium sowie gaskalziniertes Anthrazit.

Unsere Firmenpolitik

Die RHEINFELDEN ALLOYS GmbH & Co. KG sieht sich als innovativer Hersteller von Aluminium Gusslegierungen, der sich schnell auf veränderliche Marktbedürfnisse einstellen kann. Die zentrale Lage im heterogenen europäischen Gussmarkt mit vielfach unterschiedlichen Anforderungen an den Werkstoff Aluminium bietet dabei Vorteile, ebenso wie die Agilität dieses inhabergeführten Unternehmens und der langjährige Erfahrungsschatz der Mitarbeiter.

Werkstoff-Neuentwicklungen richten sich stets an einem effizienten und ressourcenschonenden Einsatz von Aluminiumguss aus. Stets ist RHEINFELDEN ALLOYS bestrebt, durch maßgeschneiderte und weiterentwickelte leistungsfähigere Werkstoffe zur Gewichtsreduzierung bei Kraftfahrzeugen beizutragen und so Kraftstoffverbrauch und Emissionen zu reduzieren.



Panoramaansicht des gesamten Komplexes

Kontakt Ansprechpartner

Eine ganze Reihe von erfahrenen Mitarbeitern freut sich darauf, Ihnen zu helfen: bei der Wahl der für Sie besten Legierung, wenn es darum geht, ein außergewöhnlich anspruchsvolles Teil herzustellen oder auch wenn Sie Fragen haben zur Gestaltung des Produktionsprozesses. Es sind Mitarbeiter, die sich seit Jahren mit dem Werkstoff Aluminium und all seinen Möglichkeiten auseinandersetzen. Profitieren Sie von ihren Erfahrungen: am Telefon, per Mail oder auch in Ihrer Gießerei vor Ort.

Verkauf D/A/CH



Anita Müller
Vice President Sales & Marketing
Leitung der Abteilung Sales & Marketing,
Betreuung Key Accounts

amueller@rheinfelden-alloys.eu
Telefon +49.7623.93-338
Telefax +49.7623.93-546



Ruth Dehm
Stellvertretende Verkaufsleiterin
Verkauf im deutschsprachigen Raum

rdehm@rheinfelden-alloys.eu
Telefon +49.7623.93-490
Telefax +49.7623.93-546

„Ich lasse keine Gelegenheit aus, mich mit Kunden zu unterhalten: am Telefon, an Messen, beim Kunden vor Ort. Dabei lerne ich unheimlich viel und unser ganzes Team bleibt nahe am Markt.“

„Geht nicht, funktioniert nicht, will nicht, kann nicht – das gibt es hier nicht.“

Export



Loredana Lembo
Verkauf im internationalen Raum

llembo@rheinfelden-alloys.eu
Telefon +49.7623.93-390
Telefax +49.7623.93-546



Federico Casarotto
Verkauf im internationalen Raum und
technische Kundenberatung

fcasarotto@rheinfelden-alloys.eu
Telefon +49.7623.93-317
Telefax +49.7623.93-546

„Ich liebe es, mit Kunden aus der ganzen Welt zusammenarbeiten zu können, mich in ihrer Sprache mit ihnen unterhalten zu können, einen Beitrag leisten zu können.“

„Ich bin Italiener und komme aus Verona. Die Arbeit in Deutschland ist für mich eine echte Herausforderung und ich gebe mir alle Mühe, mich zum paneuropäischen Bürger zu entwickeln.“

Technische Kundenberatung



Ralf Klos
Technische Kundenberatung

rklos@rheinfelden-alloys.eu
Telefon +49.7623.93-407
Telefax +49.7623.93-546



Peter Kohlmann
Process & Materials Engineering

pkohlmann@rheinfelden-alloys.eu
Telefon +49.7623.93-342
Telefax +49.7623.93-573

„Aluminium ist ein wunderbarer Werkstoff. Meine Aufgabe ist es, unsere Neuentwicklungen aus dem Tech-Center in die Welt der Anwender zu übertragen – eine vielfältige, faszinierende Aufgabe.“

„Aus langjähriger Gießereipraxis und Erzeugnisentwicklung kommend, bin ich Ihr Ansprechpartner für Werkstoffentwicklung, Qualitätssicherung und Gießereiprozesse.“

Lieferformen

Seit Inbetriebnahme des neuen „RHEINFELDEN Production System“ werden alle unsere Werkstoffe in Form von RHEINFELDEN-Masseln geliefert. Diese Masselform löst nach vielen Jahren die HSG-Massel ab, behält jedoch alle Vorteile der alten Lieferform bei.

Flüssigmetall: Wenn Sie Ihre Metallieferungen direkt in die laufende Produktion eingehen lassen möchten, beliefern wir Sie auch mit Flüssigmetall.

Analyse: Der Lieferschein beinhaltet die gemittelte IST-Analyse der Charge.

Stapel-Kennzeichnung: Jeder Stapel erhält ein Informationsfeld mit dem Markennamen bzw. Legierungsgruppen-Bezeichnung, der internen Werkstoffnummer, dem Stapelgewicht und auf Wunsch eine Farbmarkierung. Die Chargennummer setzt sich zusammen aus Jahresangabe in der Dekade und fortlaufender Produktionsnummer. Maschinenlesbare Barcodes können auf dieses Feld aufgedruckt sein.

Massel	
Gewicht	8 kg
Grundfläche	716 mm x 108 mm
Höhe	52 mm

Stapel	
Stapelgewicht	13 Lagen mit 760 kg
Stapelgrundfläche	716 mm x 716 mm
Stapelhöhe	780 mm



Rheinfelden-Massel



Einzelsignierung der Massel



13-lagige Masselstapel fertig zum Versand

Kundenberatung und Entwicklung

Jedes Produkt und jeder Kunde hat individuelle Anforderungen und Wünsche an den Werkstoff. Aufgabe der Kundenberatung von RHEINFELDEN ALLOYS ist es, diese Bedürfnisse zu antizipieren und maßgeschneiderte Werkstoffe zu erarbeiten.

Kundenberatung

Die Kundenberatung von RHEINFELDEN ALLOYS dient seit jeher dazu, unseren Kunden zu helfen bei Werkstoffauswahl, Problembekämpfung und Gießproblemen und gibt Hilfestellung zu Gießverfahren. Unsere Kundenberater stehen Ihnen telefonisch und per E-Mail, aber auch vor Ort in Ihrer Gießerei zur Verfügung.

Die technischen Kundenberater sind der optimale Ansprechpartner, sobald Fragen in Zusammenhang mit Aluminiumlegierungen und deren Anwendung auftreten.

RHEINFELDEN Tech-Center

Um einen leistungsstarken Kundenservice und die marktorientierte Weiterentwicklung unserer Gusslegierungen zu ermöglichen, 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. Diese branchenweit renommierte technische Unterstützung ist ein exklusiver Service für Kunden von RHEINFELDEN ALLOYS.



Simon Laible, Casting Materials Engineering



Werkstoffprüfung im RHEINFELDEN Tech-Center

Ziele unserer Entwicklungsarbeit

Das Tech-Center unterstützt die Kundenberatung und führt Entwicklungsprojekte mit folgenden Zielen durch:

- Optimieren der mechanischen und gießtechnischen Eigenschaften unserer Aluminium-Gusslegierungen
- Legierungsentwicklung unter Berücksichtigung der entsprechenden Gießverfahren
- Zusammenarbeit mit Konstrukteuren zur werkstoffgerechten Anwendung unserer Gusslegierungen inklusive Prüfung der mechanischen Eigenschaften
- Vereinfachung der metallurgischen Arbeiten in den Gießereien unserer Kunden

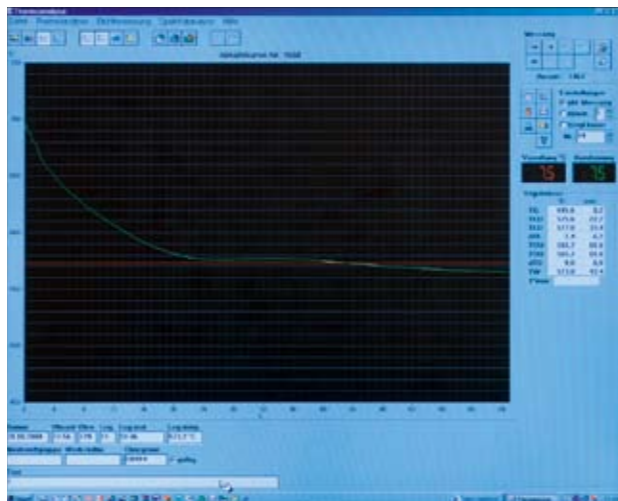
Ausgestattet mit Laboren für Metallographie, Spektralanalyse und Gusswerkstoffprüfung können Gefügeuntersuchungen, Zugprüfungen, Bauteilprüfungen und weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Internationale Verbindungen, unter anderem zum WPI, Universität Vincenza, RWTH Aachen, TU Clausthal, Fraunhofer Institut, STZ Esslingen und Friedrichshafen, ermöglichen weitergehende Untersuchungen, z.B. dynamische Werkstoff- und Bauteilprüfung, Warmfestigkeit, Korrosionsverhalten, quantitative Gefügeanalyse oder elektronenoptische Untersuchungen (Rasterelektronen-Mikroskop, Mikrosonde etc.).

Wir wollen dem heterogenen Markt ein breites Spektrum individualisierter Aluminium-Gusslegierungen anbieten, die sowohl anwendungs- als auch verarbeitungsspezifische Kundenbedürfnisse erfüllen. RHEINFELDEN ALLOYS hat sich der Aufgabe verschrieben, dem Werkstoff Aluminium neben seiner naturgegebenen Leichtigkeit die nötigen Festigkeits- und Verformungseigenschaften zu geben, um somit seinen Beitrag zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen im Kraftfahrzeugbau zu leisten.



Druckgussmaschine zur Herstellung von Platten für die Werkstoffprüfung



Auswertungsdiagramm einer Materialprüfung

Service im gesamten Prozess

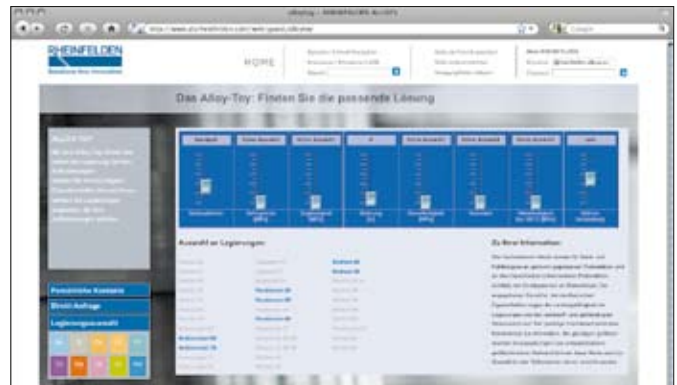
Das Serviceportfolio richten wir immerfort an den Anforderungen unserer Kunden aus. Unser Vertriebsteam unterstützt Sie bei der Entwicklung Ihrer Einkaufsstrategie. RHEINFELDEN ALLOYS kann Ihnen auf Ihre Anforderungen zugeschnittene Preis- und Liefermodelle anbieten.

Technische Beratung

In technischen Angelegenheiten können Sie die Beratung durch unsere Fachingenieure und die Möglichkeiten unseres Tech-Centers in Anspruch nehmen. Wir beraten in Fragen der Anwendung von Aluminiumguss und der Gussstückkonstruktion sowie der Legierungswahl. Wir helfen bei der Überwindung von Gießschwierigkeiten und der Aufklärung von Ausschussursachen und vermitteln Kenntnisse über Verarbeitung, Schweißen und Oberflächenbehandlung von Aluminiumguss. Metallanalysen, mikroskopische Gefügeuntersuchungen und mechanische Festigkeitsmessungen führen wir für Sie durch. Außerdem steht Ihnen eine umfassende Reihe an Informationsschriften, sowie Ver- und Bearbeitungsmerkblättern zur Verfügung. Kurz gefasst: von der Auswahl der Legierung bis zum fertigen Gussteil.

Internetportal

Die neueste Innovation aus unserem Hause ist unser Internetportal. Herausragend in Übersichtlichkeit und Funktionen, finden Sie hier jede einzelne unserer Publikationen, detaillierte Informationen über unsere Legierungen und natürlich das bewährte Alloy-Toy, das Ihnen die Auswahl einer Legierung erleichtert. Kontaktinformationen zu allen Ansprechpartnern und eine Direktanfrage erleichtern dabei Ihren Einkaufsprozess.



Das Alloy-Toy kann bei der Auswahl des richtigen Werkstoffes helfen

Internetportal von RHEINFELDEN ALLOYS – seit 1. September 2009 online

Natürlich perfekt – RHEINFELDEN FAST ALLOYS

Warum RHEINFELDEN FAST ALLOYS?

Mit dem im Januar 2009 gestarteten Lieferservice können sich die Kunden von RHEINFELDEN ALLOYS über neue Möglichkeiten der Lieferkettenoptimierung freuen: im Zeitalter kürzer werdender Reaktions- und Lieferzeiten können Sie zunehmend auf Lagerhaltung verzichten, indem Sie immer genau diejenige Menge bestellen, die Sie gerade benötigen. Außerordentlich kurze Lieferzeiten, nach Kundenwunsch variable Bestellmengen ab 1 Tonne und strikt nach Ihrer individuellen Spezifikation gefertigte Werkstoffe verhelfen Ihnen zu mehr Wettbewerbskraft und entlasten gleichzeitig Ihre Liquidität.

Durch eine back-to-back Einkaufsstrategie können Sie unsichere Preisspekulationen vermeiden und sind so vor negativen Auswirkungen durch eine schwankende Börse besser geschützt.

RHEINFELDEN FAST ALLOYS steht nicht nur für kurze Lieferzeiten, sondern für die individuelle Ausrichtung unserer Prozesse an den Anforderungen unserer Kunden. Wir geben unsere Flexibilität an Sie weiter.

7 gute Gründe für RHEINFELDEN FAST ALLOYS

- Individuell konfigurierte Legierungen
- Kurze Lieferzeiten
- Hervorragende Qualität
- Flexibilität für Ihre Produktion
- Fachliche Beratung
- Schafft Liquidität
- Erhöht Ihre Lieferfähigkeit

Durch innovatives Supply Chain Management bekommt der Kunde die Gusslegierung in der Zusammensetzung, die er braucht, zum Zeitpunkt, zu dem er sie braucht und in der Menge, die er braucht. So können teure, Liquidität bindende Bestände in der Lieferkette gering gehalten werden.

RHEINFELDEN ● ● ● ● ● **FAST ALLOYS**®



Stapelroboter im RHEINFELDEN Production System



Frisch produzierte Masseln auf dem Förderband

Publikationen



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

RHEINFELDEN ALLOYS GmbH & Co. KG . Sales & Marketing

Friedrichstraße 80 . 79618 Rheinfelden . Germany . Telefon +49.7623.93-316 . Telefax +49.7623.93-546

alloys@rheinfelden-alloys.eu . www.rheinfelden-alloys.eu

Kataloge/Handbücher

Code

Hüttenaluminium-Gusslegierungen	Handbuch
Hüttenaluminium-Gusslegierungen	Leporello
Hüttenaluminium-Druckgusslegierungen	Handbuch
Primary Aluminium Alloys for Pressure Die Casting	Handbuch
Ductile Aluminium Pressure Die Casting	Prospekt

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
Gießbarkeit verschiedener Aluminiumgusslegierungen im Niederdruck-Kokillengießverfahren und mechanische Eigenschaften der Gussstücke	612
Qualitätsorientierte Schmelzprüfung in der Aluminiumgießerei	623
Möglichkeiten des Aluminiumdruckgießens – Anwendung dieser Technologie im Grenzbereich	635
Potentials of aluminium pressure die casting – application of this technology close to the limits	636
Optimizing the Manganese and Magnesium content for Structural Part Application	637

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

Berichte zur Legierungsentwicklung

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
Nicht alternde duktile Druckgusslegierung für den Automobilbau	806
Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der warmfesten Aluminium-Gusswerkstoffe	807

Unsere Legierungen für Sie

Vorbild Natur

Die Natur ist ein wunderbarer Baumeister. In Millionen von Jahren hat sie Lösungen entwickelt, von deren Festigkeit, Leichtigkeit und auch Sparsamkeit wir Menschen lernen können.

Seit 2008 versuchen wir bei RHEINFELDEN ALLOYS die Eigenschaften unserer verschiedenen Legierungsfamilien durch Motive aus der Natur verständlich und nachvollziehbar zu machen – und mit Bildern zu arbeiten, die Unterschiede und Ähnlichkeiten der Werkstofffamilien auf einfache Weise veranschaulichen.

Aluminium – und ein umfassendes Leistungspaket

Unsere Aufgabe ist es, zum Nutzen unserer Kunden die Möglichkeiten des Werkstoffes Aluminium weiterzuentwickeln und dem einzelnen Kunden zu erschließen. Dazu gehören nicht nur Legierungen, die speziell auf die zu produzierenden Teile und die Produktionsbedingungen des einzelnen Kunden zugeschnitten werden, sondern ebenso eine ganze Reihe von Dienstleistungen. So die Zusammenarbeit mit Gießern und Gussanwendern in gemeinsamen Entwicklungsprojekten, die hohe Verfügbarkeit unserer Produkte, die kontinuierliche Qualität und lückenlose Nachvollziehbarkeit unserer Produkte und die Möglichkeit der Risikominimierung durch die direkte Anbindung an die London Metal Exchange.

Auf den folgenden Legierungsseiten haben wir die kennzeichnenden Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten in Text und Bild zu den einzelnen Legierungen zusammengefasst. Die Tabellen ab Seite 80 geben Ihnen den Überblick über unsere Fertigungsbreite an Hüttenaluminium-Gusslegierungen. Ebenso werden dort weitere Details und Erläuterungen zu den Legierungen gegeben.



Anticorodal® – Unendlich anpassungsfähig

Durch die Möglichkeit, Anticorodal-Legierungen fast unbeschränkt auf unterschiedlichste Anwendungsfelder und Produktionsmethoden anpassen zu können, erschließen sich diesem Werkstoff unendlich viele Einsatzmöglichkeiten. Hervorragende mechanische Eigenschaften, elektrische Leitfähigkeit, korrosionsbeständig durch den tiefen Siliziumgehalt, aber etwas schwieriger zu gießen. Für einen wirtschaftlich effizienten Einsatz lohnt es sich, ähnlich wie bei den Silafont-Legierungen, den im Einsatz stehenden Werkstoff genau zu definieren und sowohl auf die zu fertigenden Teile als auch auf ihren Herstellungsprozess zuzuschneiden.

Die Metapher der Natur sind die Lebewesen des Meeres, die sich unterschiedlichen Lebensbedingungen anpassen und dazu eine ganze Reihe von Spezialfähigkeiten entwickelt haben.

> Seite 23



Silafont® – Unendlich vielfältig in seinen Eigenschaften

Eine Familie von Werkstoffen, die sich äußerst präzise auf die zu fertigenden Teile und den individuellen Produktionsprozess des einzelnen Kunden anpassen lassen. Mit jedem Gussverfahren verarbeitbar, hervorragende Fließeigenschaften, veredelbar mit Natrium oder Strontium, um die Eigenschaften noch zu verbessern. Für komplexe, feingliedrige Bauteile, die genau definierte Anforderungen zu erfüllen haben und, wenn richtig komponiert, höchste Leistungsfähigkeit in der Produktion ermöglichen.

Silafont ist dem fließenden Wasser nachempfunden, das unaufhaltsam in Richtung Meer fließt, in jeden Winkel vordringt, jede Form und jeden Stein umspült. Homogen und leicht, genauso wie Silafont die Hohlräume der Gussform füllt.

> Seite 31



Castasil® – Große Flächen, hohe Maßhaltigkeit, hervorragend zu gießen

Eine Legierung, geschaffen für die großflächigen, druckgegossenen Strukturteile im Automobilbau. Im Gallardo Spyder hat Lamborghini die ersten Serien gefertigt. Inzwischen haben zahlreiche Hersteller die Vorteile dieser Legierung erkannt: hohe Maßhaltigkeit, einsetzbar ohne Wärmebehandlung, gut verformbar und leicht zu schweißen.

Das Vorbild aus der Natur: die Weinranke, die sich der Sonne entgegen windet, flexibel, elastisch und doch erstaunlich zäh und fest.

> Seite 41



Unifont® – Hohe Festigkeit und Regenerationskräfte

Hohe Festigkeit ohne Wärmebehandlung, hervorragendes Gießvermögen, aber beschränkte Verformungseigenschaften – das sind die Unifont-Legierungen. Sie werden eingesetzt für oft große, diffizile Bauteile, vor allem dann, wenn hohe Festigkeiten verlangt werden: im Maschinenbau, bei Haushaltsgeräten, in der Medizintechnik. Durch ihren selbstaushärtenden Charakter regenerieren sie sich nach Überbelastungen, ähnlich wie Castadur, selbst.

Das Bild aus der Natur: die Seerose, die im Dunkeln ihre Blüten zum Schutz zusammenzieht und sie erst mit der aufgehenden Sonne wieder öffnet.

> Seite 45

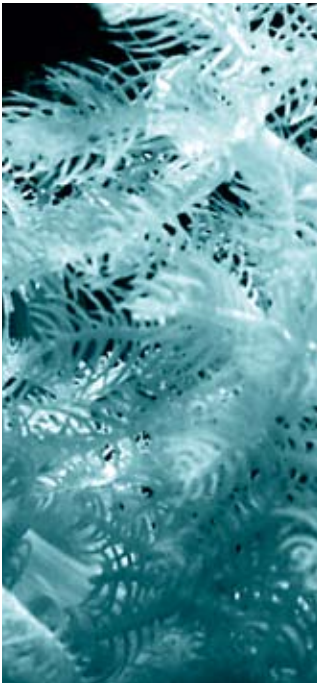


Castadur® – Die Kraft der Regeneration

Ein selbstaushärtender Werkstoff von hoher Verformbarkeit, der an Festigkeit gewinnt, ohne seine Dehnungsfähigkeiten zu verlieren. Und selbst dort, wo seine Eigenschaften, beispielsweise durch Überhitzung, verloren gehen, kehren sie wieder zurück. Wegen seiner gut polierbaren, sanft glänzenden Oberfläche wird Castadur mit Vorliebe auch für Gebrauchsgegenstände, wie beispielsweise Möbel, eingesetzt.

In seiner Homogenität und stillen Kraft ähnelt der Werkstoff den Sanddünen der Wüste, die mit dem Wind immer wieder neue Formen annehmen und doch gleich bleiben.

> Seite 49



Peraluman® – Schön, sanft glänzend, schlagfest und dehnbar

Durch die absolute Korrosionsfestigkeit und die damit verbundene Beständigkeit gegenüber Säuren und Salzen werden diese Legierungen eingesetzt zur Herstellung von Maschinen für die Lebensmittelproduktion. Die Teile sind schlagfest und verfügen über eine gute Bruchdehnung. Ihr besonders sanfter Glanz und die Möglichkeit, farbig zu eloxieren, führen dort zum Einsatz, wo besondere Ansprüche an Ästhetik gestellt werden.

Das Bild der Natur, das für diese Legierung steht, ist die Strauß-Weichkoralle. Sie ist von feingliedrigem Wuchs und leuchtet hell im dunklen Wasser – genauso matt glänzend, wie die aus Peraluman gefertigten Teile.

> Seite 51



Magsimal® – Von filigraner Leichtigkeit, aber extrem belastbar

Eine Legierung für feingliedrige Teile, die aber ihre Festigkeit und präzise Form über lange Zeit beibehalten müssen. Gut schweißbar, hohe Belastbarkeit, fast unbeschränkt in den Anwendungsmöglichkeiten. Höchste Korrosionsbeständigkeit, auch gegenüber Meerwasser.

Teile, die dem Bauplan der Flügel einer Libelle nachempfunden sind: hauchdünn, elastisch und doch von höchster Festigkeit und Dauerhaftigkeit, ermöglichen sie dem zierlichen Insekt Flugleistungen, die immer wieder aufs Neue verblüffen.

> Seite 55



Aluman® – Widerstand auch bei höchsten Temperaturen

Die Legierung mit dem höchsten Schmelzpunkt aller Aluminium-Legierungen. Die gute Wärmeleitfähigkeit prädestiniert die Legierung für die Herstellung von Gussteilen wie beispielsweise Wärmetauschern. Durch die hohe Erstarrungstemperatur sind Aluman-Teile fest, wenn die sie umgebenden Aluminium-Legierungen noch flüssig sind. Damit lässt sich das gegossene Werkstück aus Aluman mit einer anderen fließfähigen Legierung verlöten.

Das Pendant in der Natur sind Eisberge aus Süßwasser, die aufgrund ihres unterschiedlichen Schmelzpunktes im Salzwasser des Polarmeeres schwimmen.

[> Seite 61](#)



Alufont® – Höchste Festigkeit für den Leichtbau

Durch seine herausragenden mechanischen Eigenschaften eine echte Alternative zu Stahl. Gut zu schweißen und ausgezeichnet spanabhebend bearbeitbar, überall dort einzusetzen, wo Teile großen Kräften und Belastungen ausgesetzt sind. Ihr geringes Gewicht prädestiniert sie zusätzlich für Elemente, die bewegt werden müssen: im Motorsport, in Maschinen oder beispielsweise als Gelenkelement für Teleskop-Hebebühnen.

Wie bei Kristallen liegt die Festigkeit dieser Legierungen begründet in der Struktur ihrer Verbindung.

[> Seite 63](#)



Thermodur® – Ein Schritt in die Zukunft

Ein neuer Werkstoff, der in nie gekanntem Maße hohen Temperaturen widersteht und damit eine wesentliche Voraussetzung für mehr Effektivität von Verbrennungsmotoren darstellt: mehr Leistung, geringerer Kraftstoffverbrauch, längere Haltbarkeit und weniger CO₂-Ausstoß.

Das Vorbild aus der Natur ist die Seide der Spinne: herausragende mechanische Eigenschaften, von höchster Festigkeit, stabil, belastbar und wunderbar leicht.

[> Seite 67](#)

Quickfinder für passgenaue Legierungsauswahl

Der erste Schritt zu einem gelungenen Gussstück ist die Auswahl der für den Produktionsprozess und für die Anforderungen am besten passenden Legierung. Auf dieser Doppelseite geben wir einen tabellarischen Überblick über unsere gängigsten Werkstoffe und deren Anwendungsgebiete und Eigenschaften. Die Auswahl des richtigen Gusswerkstoffes wird somit erleichtert. Diese Tabelle kann nicht die Leistung unserer technischen Kundenberater ersetzen, gibt Ihnen jedoch einen Überblick und die Möglichkeit jederzeit auf die Informationen zuzugreifen.

Legierung	chemische Bezeichnung	Nach Anwendungsgebieten																				
		Architektur	Armaturen	Automobil	Baubeschläge	Beleuchtung	Flugzeuganwendung	Großguss	Haushaltsgeräte	Elektrische Leiter	Klimaanlagen	Kraftfahrzeugbau	Motorenbau	Kunstguss	Lebensmittelindustrie	Maschinenbau	Modell-/Formenbau	Optik/Möbel	Schiffbau	Chemie	Textilindustrie	Wehrtechnik
Anticorodal-04	AlSi0,5Mg								x					x	x		x		x			
Anticorodal-50	AlSi5Mg	x	x			x		x		x			x	x	x	x	x	x	x	x		
Anticorodal-70	AlSi7Mg0,3	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	
Anticorodal-78dv	AlSi7Mg0,3	x		x		x					x	x		x	x			x	x	x	x	
Anticorodal-71	AlSi7Mg0,3								x													
Anticorodal-72	AlSi7Mg0,6	x				x		x			x			x	x	x		x	x		x	
Silafont-30	AlSi9Mg		x	x		x		x	x		x	x	x	x	x			x		x	x	
Silafont-36	AlSi9MgMn	x	x	x		x	x	x		x	x			x	x			x			x	
Silafont-09	AlSi9		x	x		x		x		x	x			x	x			x			x	
Silafont-13	AlSi11	x						x		x				x	x							
Silafont-20	AlSi11Mg	x		x				x				x		x	x							
Silafont-70	AlSi12CuNiMg			x								x										
Silafont-90	AlSi17Cu4Mg			x								x										
Castasil-37	AlSi9MnMoZr	x		x		x	x	x		x	x			x	x			x			x	
Unifont-90	AlZn10Si8Mg							x	x							x	x	x			x	x
Unifont-94	AlZn10Si8Mg			x								x				x		x				
Castadur-30	AlZn3Mg3Cr	x		x		x		x				x					x	x				
Castadur-50	AlZn5Mg	x				x		x					x			x	x	x				
Peraluman-30	AlMg3	x	x			x	x		x				x	x	x	x	x	x	x			
Peraluman-36	AlMg3Si	x	x			x	x						x	x	x	x	x		x			
Peraluman-50	AlMg5	x	x			x	x		x				x	x			x	x	x			
Peraluman-56	AlMg5Si	x	x			x		x		x			x	x	x		x	x	x			
Magsimal-59	AlMg5Si5Mn	x		x		x		x		x	x			x	x		x	x	x			
Alufont-47	AlCu4TiMg			x								x				x					x	x
Alufont-48	AlCu4TiMgAg			x								x	x			x						x
Alufont-52	AlCu4Ti			x								x	x			x					x	x
Alufont-60	AlCu5NiCoSbZr			x									x									x
Thermodur-72	AlMg7Si3Mn			x																		
Thermodur-73	AlSi11Cu2Ni2Mg2Mn			x																		
Rotoren-Al 99.7	Al99,7			x		x			x					x			x	x		x		
Aluman-16	AlMn1,6			x						x	x					x						

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

Eignung für Gießverfahren			Nach kennzeichnenden Eigenschaften																					
Sandguss	Kokillenguss	Druckguss	Bördelbarkeit	elektrische Leitfähigkeit	dekorativ anodisierbar	technisch anodisierbar	Eignung zum Stanzen	Festigkeit im Gusszustand	Gießeigenschaften	Dehnung	Härte	Korrosionsbeständigkeit	für dünnwandige Konstruktionen	für dickwandige Konstruktionen	Hartlötbarkeit	maximale Festigkeit bei 20 °C	Meerwasserbeständigkeit	Polierbarkeit	Schlagzähigkeit/Duktilität	Schweißbarkeit	Spanbarkeit bei F	Spanbarkeit nach T6	Verschleißfestigkeit	Warmfestigkeit bei 200 °C
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	-	○	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	-	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	-	○	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	-	●	-	●
●	●	-	-	○	○	●	○	●	●	●	●	●	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●	○	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
-	-	●	●	○	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
-	-	●	●	-	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	○	-	●	●	●	●	●	●	-	●
-	-	●	●	-	-	●	○	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	○	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	○	●
●	●	-	-	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	○	●
●	●	-	-	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	○	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	○	●
-	-	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
-	-	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	○	●	●	-	●	-	●	●	-	○	-	●	○	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	○	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	○	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	○	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	○	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	○	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	○	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	○	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●
●	●	-	●	-	●	-	●	●	●	●	○	●	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	-	●

Legierungsauswahl 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 [%]	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 Castadur-50	
	6–13	Silafont-13	Castadur-30	

Sandguss wärmebehandelt

		0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]		
		90–160	160–300	300–450
Bruchdehnung A [%]	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	Alufont-47 T6 Alufont-48 T6 Alufont-52 T6
	4–8	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 [%]	0,5–2			Silafont-70 Silafont-90
	2–6	Peraluman-36	Anticorodal-50 Anticorodal-70 Silafont-30 Peraluman-56	Unifont-90 T1
	6–20	Peraluman-30	Silafont-13 Silafont-20 Peraluman-50	

Kokillenguss wärmebehandelt

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

		0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]		
		80-120	120-220	220-280
Bruchdehnung A [%]	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 Castasil-37 Silafont-36 T5	Silafont-36 T6

Korrosionsbeständigkeit

		Gießbarkeit			
		mittel	gut	sehr gut	ausgezeichnet
Korrosionsbeständigkeit	mit Oberflächen-schutz	Alufont-47/-48 Alufont-52/-60 Silafont-90	Silafont-70		
	gegen Witterung	Castadur-30/-50		Silafont-30 Unifont-90 Unifont-94 Castasil-37	Silafont-13 Silafont-20 Silafont-09 Silafont-36
	gegen Meerwasser	Anticorodal-04 Peraluman-30/-36 Peraluman-50/-56	Anticorodal-50 Anticorodal-70/-78dv Anticorodal-71 Anticorodal-72	Magsimal-59	

32 gute Gründe Aluminiumguss anzuwenden

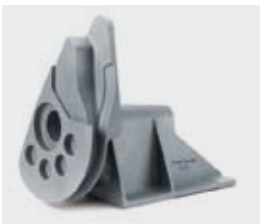
Aluminiumguss ist ein begehrter Konstruktionswerkstoff und nimmt nach Gusseisen den zweiten Platz unter den Gusswerkstoffen ein, weil er vielfache Anwendungsmöglichkeiten in der Konstruktion bietet. Im Folgenden werden Gründe aufgeführt, warum der Aluminiumguss entscheidende Vorteile hat und dadurch 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 Risszähigkeit, geringe Rissfortpflanzungsgeschwindigkeit
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
32. Nicht magnetisch



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 Gewichtsersparnis 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.



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. Das Bild zeigt eine Landeklappenmechanik für Flugzeuge, gefertigt aus Anticorodal-72 (T6) als Feingussstück.



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).



Anticorodal® – Unendlich anpassungsfähig

Durch die Möglichkeit, Anticorodal-Legierungen fast unbeschränkt auf unterschiedlichste Anwendungsfelder und Produktionsmethoden anpassen zu können, erschließen sich diesem Werkstoff unendlich viele Einsatzmöglichkeiten. Hervorragende mechanische Eigenschaften, elektrische Leitfähigkeit, korrosionsbeständig durch den tiefen Siliziumgehalt, aber etwas schwieriger zu gießen. Für einen wirtschaftlich effizienten Einsatz lohnt es sich, ähnlich wie bei den Silafont-Legierungen, den im Einsatz stehenden Werkstoff genau zu definieren und sowohl auf die zu fertigenden Teile als auch auf ihren Herstellungsprozess zuzuschneiden.

Die Metapher der Natur sind die Lebewesen des Meeres, die sich unterschiedlichen Lebensbedingungen anpassen und dazu eine ganze Reihe von Spezialfähigkeiten entwickelt haben.

Anticorodal®-04 [AlSi0,5Mg]

Anwendungsgebiete

Für Gusstücke mit hoher elektrischer Leitfähigkeit. Elektrische Leiter, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Optik/Möbel, Chemie

Kennzeichnende Eigenschaften

Legierung für elektrische Leiter mit mittlerer Festigkeit und Härte. Beste Korrosionsbeständigkeit, sehr gut schweißbar und dekorativ anodisierbar (ausgenommen Druckguss). Sehr gute Eignung zum Hartlöten.

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]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	F	60–100 (50)	90–130 (80)	15–20 (10)	35–40 (35)
Sandguss	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	T7	170–190 (150)	200–220 (190)	3–6 (3)	70–80 (70)
Druckguss	F	80–120	100–140	7–12	40–45



Leiter für Hochspannungsanlagen
Anticorodal-04, überaltert
Sandguss, geschliffen
120 × 350 × 120 mm, Gewicht: 12,5 kg



Elektromotorschild
Anticorodal-04
Druckguss
55 × 32 × 18 mm, Gewicht: 20 g

Anticorodal®-50 [AlSi5Mg]

Anwendungsgebiete

Architektur, Armaturen, Beleuchtung, Haushaltsgeräte, Klimaanlage, Kunstguss, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Modell-/Formenbau, Optik/Möbel, Schiffbau, Chemie

Kennzeichnende Eigenschaften

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

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	0,20

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	F	100–130 (90)	140–180 (130)	2–4 (1)	60–70 (55)
Sandguss	T4	150–180 (120)	200–270 (150)	4–10 (2)	75–90 (70)
Sandguss	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	T4	160–190 (130)	210–270 (170)	5–10 (3)	75–90 (70)
Kokillenguss	T6	240–290 (180)	260–320 (190)	2–7 (1)	100–115 (90)



Deckel für Holzbearbeitungsmaschine
Anticorodal-50, Gusszustand
Kokillenguss, hartanodisiert
450 × 310 × 330mm, Gewicht: 5,0kg

Anticorodal®-70 [AlSi7Mg0,3]

Anwendungsgebiete

Architektur, Armaturen, Automobil, Beleuchtung, Flugzeuganwendung, Haushaltsgeräte, Klimaanlage, Kraftfahrzeugbau, Motorenbau, Kunstguss, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Modell-/Formenbau, Schiffbau, Chemie, Wehrtechnik

Kennzeichnende Eigenschaften

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

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlSi7Mg0,3 numerisch: 42 100

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	0,18	(Na/Sr)

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	F	80–140 (80)	140–220 (140)	2–6 (2)	45–60 (45)
Sandguss	T64	120–170 (120)	200–270 (200)	4–10 (4)	60–80 (55)
Sandguss	T6	200–280 (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	T64	180–200 (140)	250–270 (220)	8–12 (5)	80–95 (80)
Kokillenguss	T6	220–280 (200)	290–340 (250)	5–9 (3,5)	90–125 (90)



Druckausgleichsgehäuse Airbus 310
Anticorodal-70 dauerveredelt, warmausgehärtet
Kokillenguss, anodisiert
Ø 295 × 190mm, Gewicht: 2,1 kg



Industrie-Betankungsarmatur
Anticorodal-70, warmausgehärtet
Sandguss, druckdicht
Ø 140 × 190mm, Gewicht: 4,0 kg

Anticorodal®- 70 [AlSi7Mg0,3]



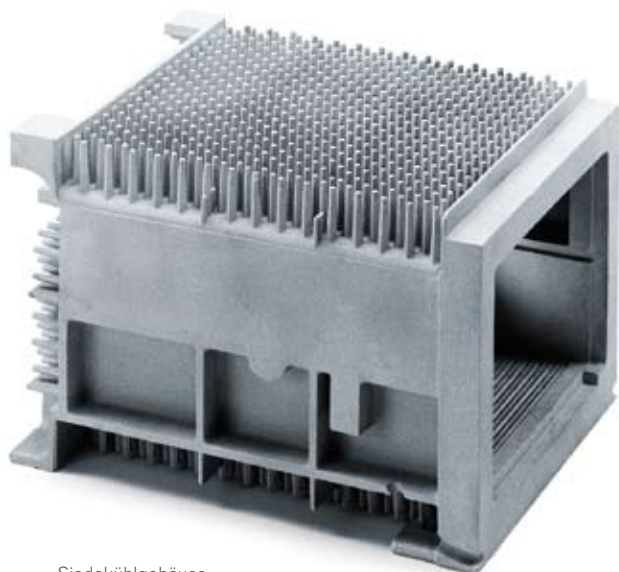
Elektrohängebahngehäuse
Anticorodal-70, warmausgehärtet
Sandguss
760 × 280 × 250mm, Gewicht: 18,5kg



Kontaktträger für Hochspannungsschalter
Anticorodal-70, warmausgehärtet
Kokillenguss, oberflächengeschliffen
520 × 290 × 130mm, Gewicht: 21,7kg



Längsträger für Radaufhängung
Anticorodal-70, warmausgehärtet
Sandguss mit einteiligem Kern
450 × 200 × 135mm, Gewicht: 2,5kg



Siedekühlgehäuse
Anticorodal-70, warmausgehärtet
Sandguss, oberflächengestrahlt
530 × 380 × 310mm, Gewicht: 26kg

Anticorodal®-78 dv [AlSi7Mg0,3]

Anwendungsgebiete

Architektur, Automobil, Flugzeuganwendung, Kraftfahrzeugbau, Motorenbau, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Schiffbau, Chemie, Textilindustrie, Wehrtechnik, hochdynamisch belastete Bauteile

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 numerisch: 42 100

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	0,18	Sr

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	F	80–140 (80)	140–220 (140)	2–6 (2)	45–60 (45)
Sandguss	T64	120–170 (120)	200–270 (200)	4–10 (4)	60–80 (55)
Sandguss	T6	200–280 (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	T64	180–200 (140)	250–270 (220)	8–12 (5)	80–95 (80)
Kokillenguss	T6	220–280 (200)	290–340 (250)	5–9 (3,5)	90–125 (90)



Verdichterlaufrad
Anticorodal-78 dauerveredelt, warmausgehärtet
Sandguss
Ø 215 × 60 mm, Gewicht: 2,1 kg

Anticorodal®-71 [AlSi7Mg0,3]

Anwendungsgebiete

Für Gussstücke mit hoher elektrischer Leitfähigkeit

Kennzeichnende Eigenschaften

Hohe Festigkeit und Härte nach Wärmebehandlung. 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
6,5–7,5	0,15	0,01	0,01	0,30–0,45	0,07	0,01	(Na/Sr)

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	T7	160–200 (150)	220–250 (210)	2–4 (2)	70–80 (70)
Kokillenguss	T7	160–200 (150)	220–250 (210)	4–6 (3)	70–80 (70)



Flachanschlussklemme
Anticorodal-71, überaltert
Kokillenguss
180 × 240 × 240 mm, Gewicht: 5,6 kg



Elektrischer Leiter in Schaltgehäusen
Anticorodal-71, überaltert
Sandguss, oberflächengeschliffen
350 × 210 × 180 mm, Gewicht: 4,1 kg

Anticorodal®-72 [AlSi7Mg0,6]

Anwendungsgebiete

Architektur, Flugzeuganwendung, Haushaltsgeräte, Kraftfahrzeugbau, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Modell-/Formenbau, Schiffbau, Chemie, Wehrtechnik

Kennzeichnende Eigenschaften

Legierung mit sehr guten mechanischen Eigenschaften, hervorragender Korrosionsbeständigkeit, sehr guter Schweißbarkeit und sehr guten Spannungseigenschaften. Höherer Mg-Gehalt als 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	0,18	(Na/Sr)

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	T6	220–280 (220)	250–320 (250)	1–2 (1)	90–110 (90)
Kokillenguss	T64	210–240 (150)	290–320 (230)	6–8 (3)	90–100 (90)
Kokillenguss	T6	240–280 (220)	320–350 (270)	4–6 (2,5)	100–115 (100)



Stockanker für Hochsee-Segler
Anticorodal-72, warmausgehärtet,
teilausgehärtet
Kokillenguss, Sandguss
660 × 460 × 180 mm, Gewicht: 5,4 kg



Landeklappenaufhängung Airbus 320
Anticorodal-72, warmausgehärtet
Niederdruck-Feinguss
575 × 250 × 210 mm, Gewicht: 4,7 kg



Silafont® – Unendlich vielfältig in seinen Eigenschaften

Eine Familie von Werkstoffen, die sich äußerst präzise auf die zu fertigenden Teile und den individuellen Produktionsprozess des einzelnen Kunden anpassen lassen. Mit jedem Gussverfahren verarbeitbar, hervorragende Fließeigenschaften, veredelbar mit Natrium oder Strontium, um die Eigenschaften noch zu verbessern. Für komplexe, feingliedrige Bauteile, die genau definierte Anforderungen zu erfüllen haben und, wenn richtig komponiert, höchste Leistungsfähigkeit in der Produktion ermöglichen.

Silafont ist dem fließenden Wasser nachempfunden, das unaufhaltsam in Richtung Meer fließt, in jeden Winkel vordringt, jede Form und jeden Stein umspült. Homogen und leicht, genauso wie Silafont die Hohlräume der Gussform füllt.

Silafont[®]-30 [AlSi9Mg]

Anwendungsgebiete

Armaturen, Automobil, Beleuchtung, Großguss, Haushaltsgeräte, Klimaanlage, Kraftfahrzeugbau, Motorenbau, Kunstguss, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Schiffbau, Textilindustrie, Wehrtechnik
Gut geeignet für große und komplizierte Gussstücke.

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
9,0–10,0	0,15	0,02	0,05	0,30–0,45	0,07	0,15	(Na/Sr)

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	F	80–140 (80)	160–220 (150)	2–6 (2)	50–70 (50)
Sandguss	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	T64	180–210 (140)	250–290 (220)	6–10 (3)	80–90 (80)
Kokillenguss	T6	210–310 (190)	290–360 (240)	4–7 (2)	90–120 (90)



Schalldämpferkörper für Großdiesel
Silafont-30, Gusszustand
Sandguss, zweiteilig gegossen, verschweißt
Ø 2300 × 1000 mm, Gewicht: 900 kg

Silafont®-30 [AlSi9Mg]



Verteiler für Lasergenerator
Silafont-30, warmausgehärtet
Sandguss, heliumdicht
950 × 730 × 220mm, Gewicht: 42kg



Zylinderkopf für Kompressor
Silafont-30, Gusszustand
Kokillenguss, verschweißt, druckdicht
390 × 160 × 110mm, Gewicht: 4,2kg



Zwischenflansch für SF₆-Schaltanlage
Silafont-30, warmausgehärtet
Sandguss, druckdicht
Ø 560 × 270mm, Gewicht: 64kg



Kompressorgehäuse
Silafont-30, warmausgehärtet
Sandguss, druckdicht
290 × 270 × 120mm, Gewicht: 2,0kg

Silafont®-36 [AlSi9MgMn]

Anwendungsgebiete

Architektur, Armaturen, Automobil, Beleuchtung, Flugzeuganwendung, Haushaltsgeräte, Klimaanlage, Kraftfahrzeugbau, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Schiffbau, Wehrtechnik, Schweißkonstruktionen

Kennzeichnende Eigenschaften

Ausgezeichnet gießbare Druckgusslegierung, sehr gute Dehnung im Gusszustand, höchste Dehnung nach Wärmebehandlung. Sehr gute Korrosionsbeständigkeit, gut polierbar, sehr gut spanbar, sehr gut schweißbar.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlSi9MgMn numerisch: 43 500

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
9,5–11,5	0,15	0,03	0,5–0,8	0,1–0,5	0,07	0,15	Sr

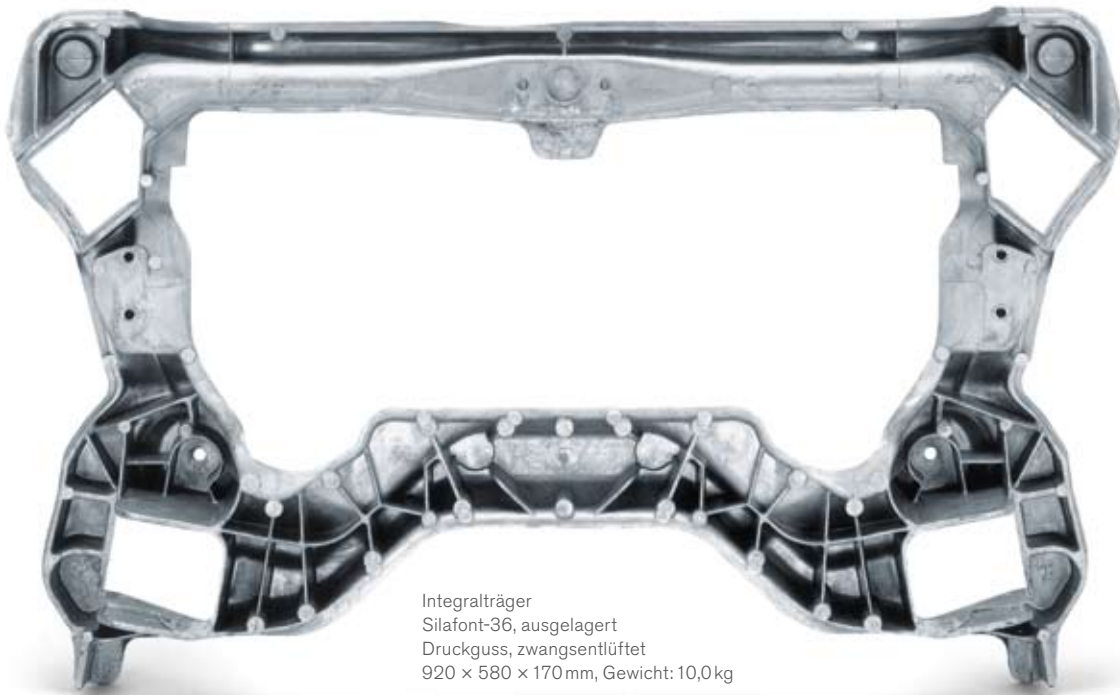
Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Druckguss	F	120–150	250–290	5–11	75–95
Druckguss	T5	155–245	275–340	4–9	80–110
Druckguss	T4	95–140	210–260	15–22	60–75
Druckguss	T6	210–280	290–340	7–12	90–110
Druckguss	T7	120–170	200–240	15–20	60–75



Radnabe für Offroad-Motorrad
Silafont-36, vorgegossene Kernbohrung
Druckguss, kugelgestrahlt
Ø 170 × 145 mm Gewicht: 1,0 kg
Ø 130 × 110 mm Gewicht: 0,5 kg

Silafont®-36 [AlSi9MgMn]



Integralträger
Silafont-36, ausgelagert
Druckguss, zwangsentlüftet
920 × 580 × 170 mm, Gewicht: 10,0 kg



Mantelrohr mit Konsole
Silafont-36
Druckguss
450 × 70 × 90 mm, Gewicht: 0,96 kg



Motorträger für BMW-Magnesiummotor
Silafont-36
Druckguss
270 × 170 × 210 mm, Gewicht: 1,5 kg



Sicherungsmutter Lenksäule
Silafont-36
Druckguss
20 × 12 × 7 mm, Gewicht: 9 g

Silafont®-36 [AlSi9MgMn]



Motorrad-Rahmen
Silafont-36, warmausgelagert
Druckguss, verschraubt
830 × 480 × 540mm, Gewicht: 10,4kg



Getriebegehäuse für Motorrad
Silafont-36, warmausgelagert
Druckguss
400 × 270 × 80mm, Gewicht: 3,9kg
400 × 270 × 120mm, Gewicht: 3,8kg



Gehäuse für Nahrungsmittelverarbeitung
Silafont-36, zweiteilig
Druckguss, kugelpoliert
360 × 300 × 335mm, Gewicht: 7,0kg

Silafont[®]-09 [AlSi9]

Anwendungsgebiete

Großflächige Apparateile, Armaturen, Automobil, Beleuchtung, Haushaltsgeräte, Klimaanlage, Kraftfahrzeugbau, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Schiffbau, Wehrtechnik

Kennzeichnende Eigenschaften

Bördelbare Druckgusslegierung mit sehr guten Gießeigenschaften, auch bei dickwandigen Konstruktionen. 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]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Druckguss	F	120–180	240–280	4–8	55–80



Lüfterflügel
Silafont-09
Druckguss
410 × 20 × 55 mm, Gewicht: 0,6 kg



Heizplatte für Espressoemaschine
Silafont-09
Druckguss, gebördelt
138 × 91 × 42 mm, Gewicht: 0,71 kg

Silafont®-13 [AlSi11]

Anwendungsgebiete

Architektur, Haushaltsgeräte, Klimaanlage, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau

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
10,0–13,5	0,15	0,02	0,05	0,05	0,07	0,15	(Na/Sr)

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	F	70–120 (70)	150–210 (150)	7–13 (6)	45–60 (45)
Sandguss	O	60–120 (70)	150–210 (150)	9–15 (8)	45–60 (45)
Kokillenguss	F	80–150 (80)	170–240 (160)	7–16 (6)	45–60 (45)
Kokillenguss	O	60–120 (60)	180–240 (160)	10–18 (10)	45–65 (45)



Leiterverankerung
Silafont-13
Niederdruck-Kokillenguss, Schweißkonstruktion
820 × 250 × 370 mm, Gewicht: 5,6 kg



LKW-Kühlersammler
Silafont-13
Kokillenguss
800 × 140 × 120 mm, Gewicht: 3,8 kg



Querstromkühler
Silafont-13
Kokillenguss, Schweißkonstruktion mit Knetlegierung
450 × 410 × 110 mm, Gewicht: 4,5 kg

Silafont[®]-20 [AlSi11Mg]

Anwendungsgebiete

Architektur, Automobil, Großguss, Kraftfahrzeugbau, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau

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

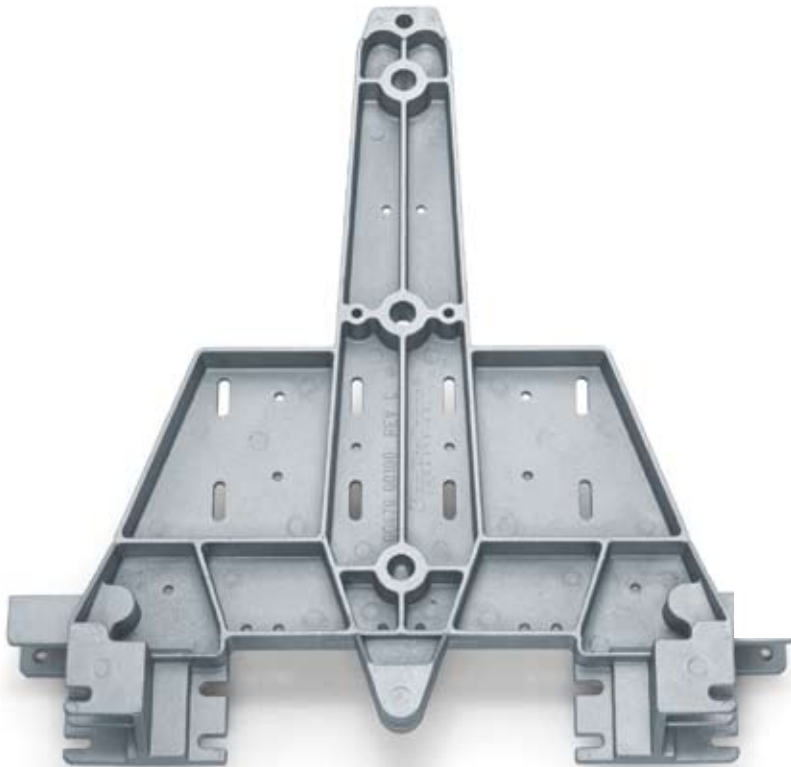
chemisch: AlSi11Mg numerisch: 44 000

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	Na/Sr

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	F	80–140 (70)	170–220 (170)	2–4 (1,5)	50–60 (50)
Sandguss	T6	120–300 (110)	200–320 (200)	1–3 (0,5)	65–120 (55)
Kokillenguss	F	80–130 (80)	180–230 (180)	3–16 (3)	55–75 (55)
Kokillenguss	T6	125–320 (120)	210–350 (210)	4–15 (3)	70–125 (70)



Grundelement für Plattenförderer
Silafont-20,
Niederdruck-Kokillenguss, dauerveredelt
980 × 780 × 200mm, Gewicht: 18,5kg



Hinterradschwinge Motorrad
Silafont-20 dauerveredelt
Niederdruck-Kokillenguss
570 × 240mm, Gewicht: 4,5kg

Silafont®-70 [AlSi12CuNiMg]

Anwendungsgebiete

Automobil, Kraftfahrzeugbau

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 Spannungseigenschaften. 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]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	F	120–170 (110)	130–180 (120)	0,5–1,5 (0,5)	80–90 (80)
Sandguss	T6	200–300 (190)	220–300 (200)	0,3–1,0 (0,3)	130–160 (130)
Sandguss	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	T6	320–390 (280)	350–400 (300)	0,5–2,0 (0,5)	135–160 (135)
Kokillenguss	T5	185–210 (150)	200–230 (180)	0,5–2,0 (0,5)	90–110 (90)



Gehäuse für Schraubenspindelpumpen
Silafont-70, warmausgehärtet
Sandguss
Ø 200 × 700 mm, Gewicht: 12,0 kg



Zylindergehäuse mit Zylinderkopf
Silafont-70, warmausgehärtet
Kokillenguss
290 × 175 × 170 mm, Gewicht: 5,4 kg



Castasil® – Große Flächen, hohe Maßhaltigkeit, hervorragend zu gießen

Eine Legierung, geschaffen für die großflächigen, druckgeegossenen Strukturteile im Automobilbau. Im Gallardo Spyder hat Lamborghini die ersten Serien gefertigt. Inzwischen haben zahlreiche Hersteller die Vorteile dieser Legierung erkannt: hohe Maßhaltigkeit, einsetzbar ohne Wärmebehandlung, gut verformbar und leicht zu schweißen.

Das Vorbild aus der Natur: die Weinranke, die sich der Sonne entgegen windet, flexibel, elastisch und doch erstaunlich zäh und fest.

Castasil®-37 [AlSi9MnMoZr]

Anwendungsgebiete

Verbindungsknoten für Space-Frame-Konstruktionen; dünnwandige Karosseriebauteile; Architektur, Automobil, Beleuchtung, Flugzeuganwendung, Haushaltsgeräte, Klimaanlage, Kraftfahrzeugbau, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Schiffbau, Wehrtechnik; substituiert Druckgussstücke mit T7 oder T6 Luftabschreckung

Kennzeichnende Eigenschaften

Ausgezeichnet gießbare Druckgusslegierung. Sehr hohe Dehnung im Gusszustand, dadurch erweitertes Anwendungsspektrum im Gusszustand. Weitere Erhöhung der Duktilität durch einstufige Wärmebehandlung. Keine Verzüge oder Blister durch Lösungsglühen, sehr gute Korrosionsbeständigkeit, keine wärmebedingte Langzeitalterung, gut spanbar.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlSi9MnMoZr

Zusammensetzung [Masse-%]

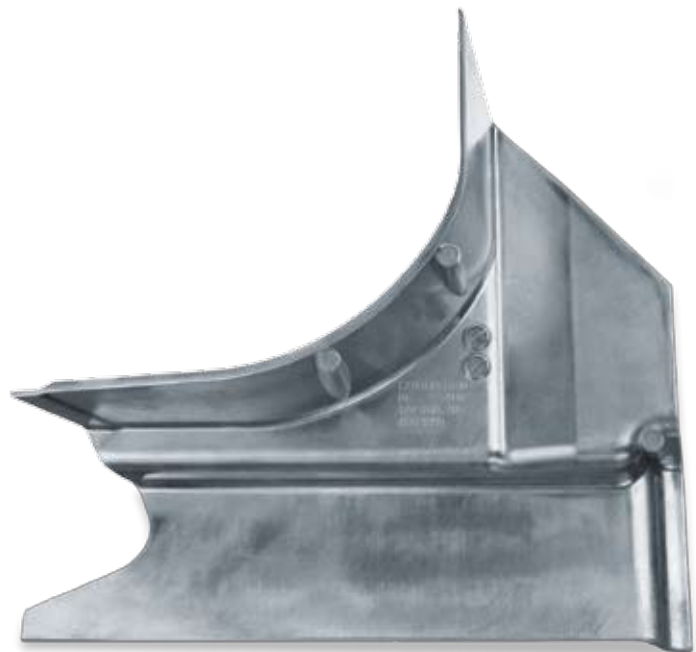
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Mo	Zr	andere
8,5–10,5	0,15	0,05	0,35–0,60	0,06	0,07	0,3	0,3	Sr

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Wanddicke	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]
Druckguss	F	2–3	120–150	260–300	10–14
Druckguss	F	3–5	100–130	230–280	10–14
Druckguss	F	5–7	80–110	200–250	10–14



Verdeckversteifung
Castasil-37
Druckguss, schweißgeeignet
260 × 220 × 60 mm, Gewicht: 0,6 kg

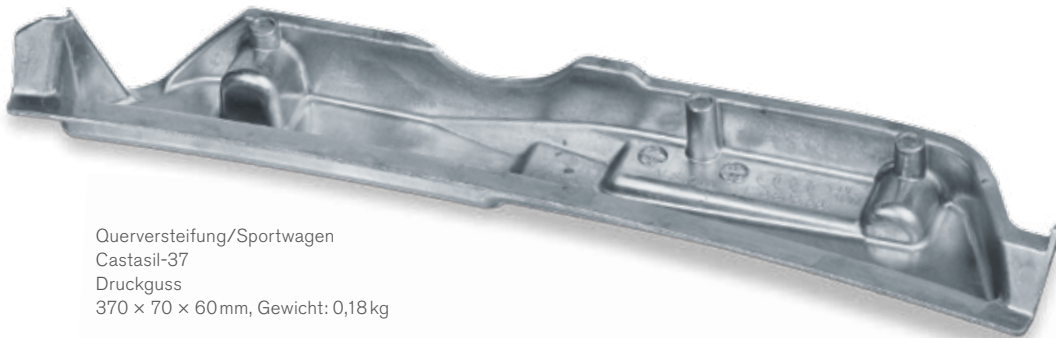


Verstärkung A-Säule innen
Castasil-37
Druckguss
210 × 200 × 150 mm, Gewicht: 1,6 kg

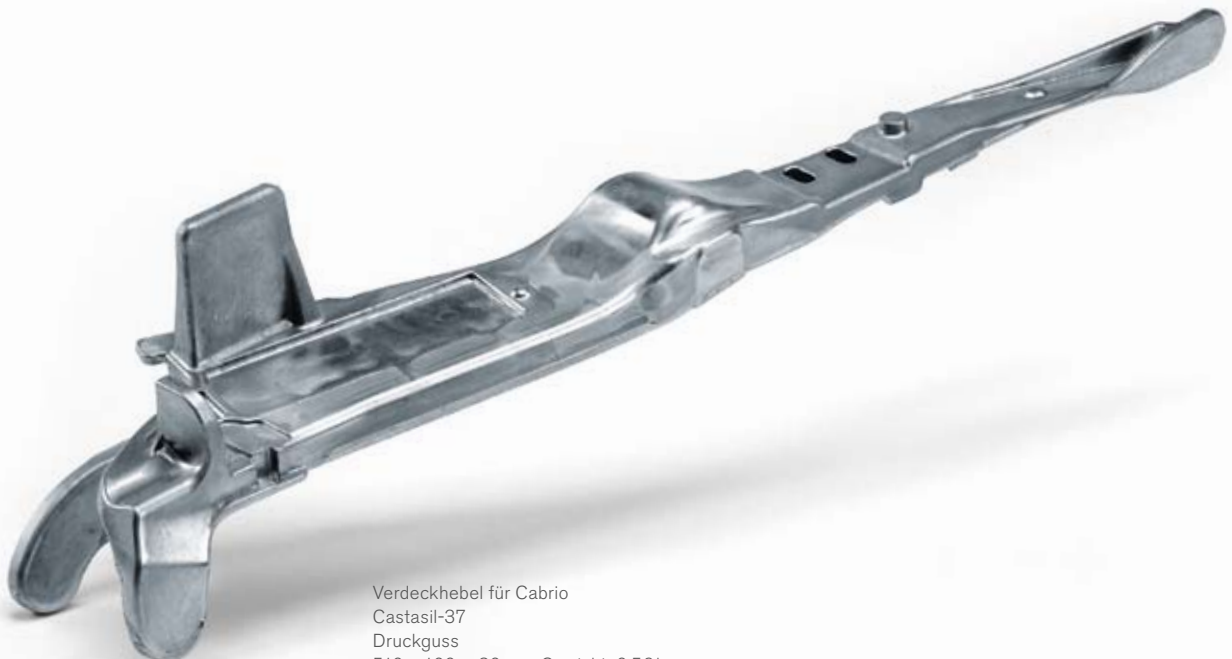
Castasil®-37 [AlSi9MnMoZr]



Längsträgerknoten einer Aluminiumkarosserie
Castasil-37
Druckguss, schweißgeeignet
340 × 210 × 200mm, Gewicht: 2,0kg



Querversteifung/Sportwagen
Castasil-37
Druckguss
370 × 70 × 60mm, Gewicht: 0,18kg



Verdeckhebel für Cabrio
Castasil-37
Druckguss
510 × 100 × 80mm, Gewicht: 0,56kg

Castasil®-37 [AlSi9MnMoZr]



Türinnenteile eines Sportwagens
Castasil-37
Druckguss
620 × 340 × 170 mm, Gewicht: 1,2 kg
700 × 340 × 170 mm, Gewicht: 2,1 kg

Mit Dank an unsere Kunden:
ae-group, Gerstungen
Audi, Ingolstadt
Ljunghäll, Schweden



Unifont® – Hohe Festigkeit und Regenerationskräfte

Hohe Festigkeit ohne Wärmebehandlung, hervorragendes Gießvermögen, aber beschränkte Verformungseigenschaften – das sind die Unifont-Legierungen. Sie werden eingesetzt für oft große, diffizile Bauteile, vor allem dann, wenn hohe Festigkeiten verlangt werden: im Maschinenbau, bei Haushaltsgeräten, in der Medizintechnik. Durch ihren selbstaushärtenden Charakter regenerieren sie sich nach Überbelastungen, ähnlich wie Castadur, selbst.

Das Bild aus der Natur: die Seerose, die im Dunkeln ihre Blüten zum Schutz zusammenzieht und sie erst mit der aufgehenden Sonne wieder öffnet.

Unifont®-90 [AlZn10Si8Mg]

Anwendungsgebiete

Großguss, Maschinenbau, Modell-/Formenbau, Optik/Möbel, Textilindustrie, Hydraulikguss, Haushaltsgeräte, Wehrtechnik

Kennzeichnende Eigenschaften

Selbstaushärtende Legierung mit sehr guten Festigkeits- und Dehnungseigenschaften, besonders im Niederdruck-Kokillenguss. Sehr gute mechanische Polierbarkeit und Spanbarkeit. Gut schweißbar. Härtet nach z.B. schweißbedingter Wärmebeanspruchung wieder aus. Gießeigenschaften wie Silafont-30.

Legierungskennzeichnung

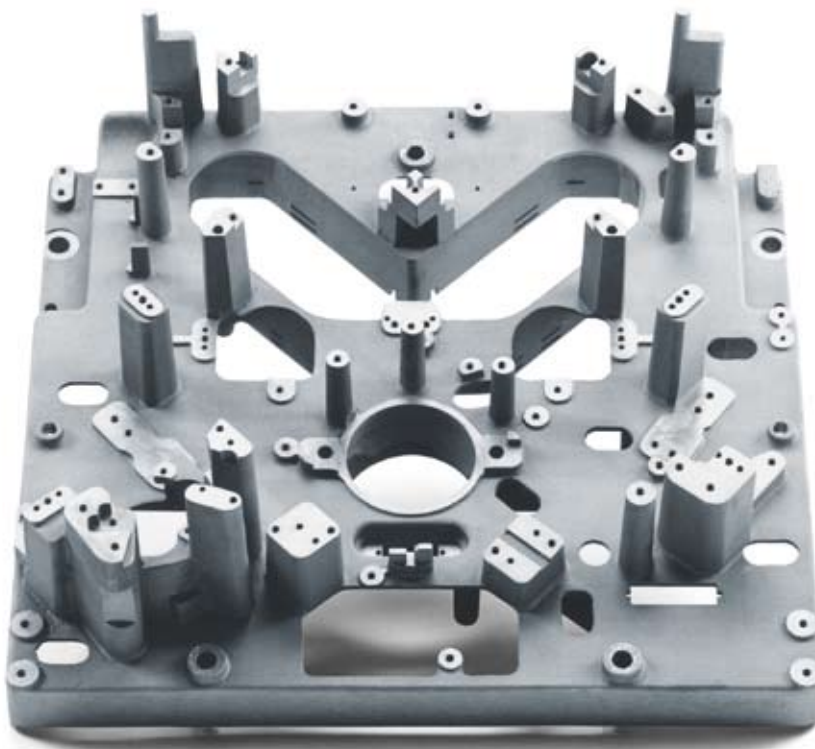
chemisch: AlZn10Si8Mg numerisch: 71 100

Zusammensetzung [Masse-%]

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

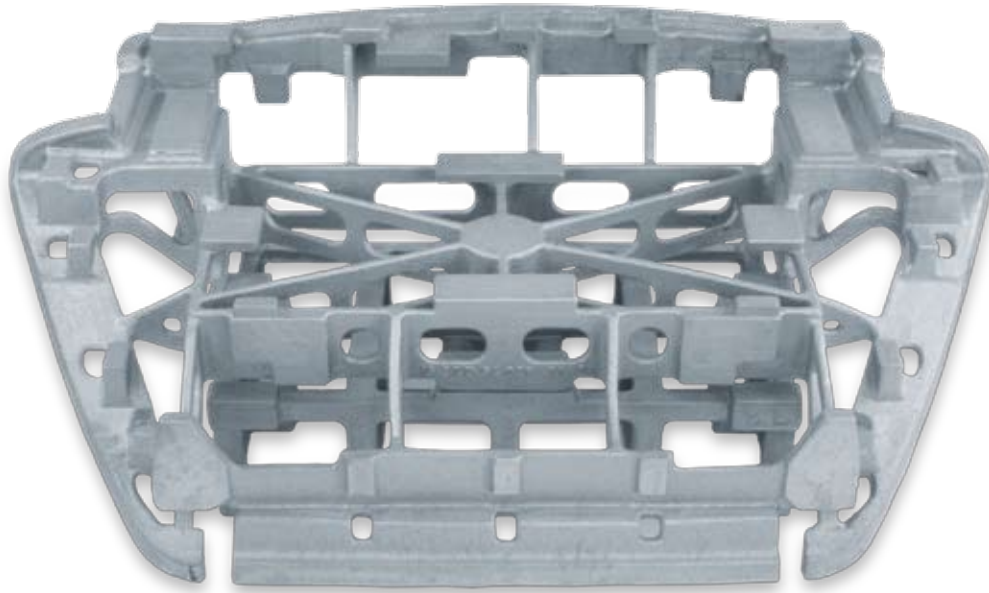
Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	T1	190–230 (170)	220–250 (180)	1–2 (1)	90–100 (90)
Kokillenguss	T1	220–250 (220)	280–320 (230)	1–4 (1)	100–120 (95)

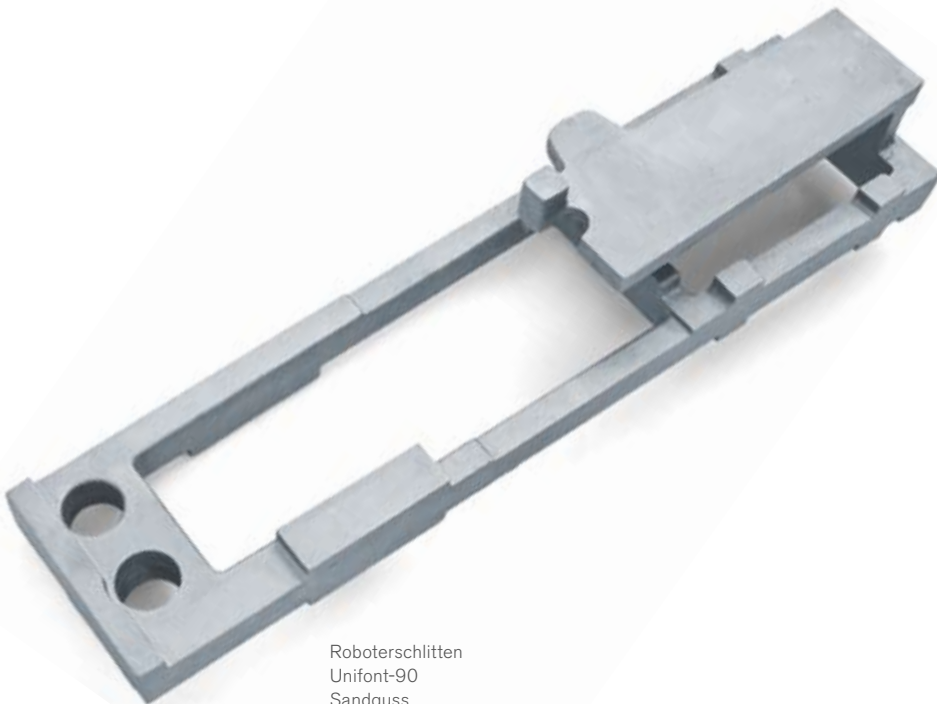


Grundplatte für Filmschneidegerät
Unifont-90
Sandguss, elektrisch leitend hartanodisiert
500 × 500 × 170 mm, Gewicht: 4,8 kg

Unifont®-90 [AlZn10Si8Mg]



Türblech-Schablone
Unifont-90
Sandguss als Vollformguss
1400 × 900 × 900mm, Gewicht: 70 kg



Roboterschlitten
Unifont-90
Sandguss
980 × 250 × 150mm, Gewicht: 19,5kg



Schussfadenhalter
Unifont-90
Kokillenguss
320 × 70 × 55mm, Gewicht: 0,5 kg

Unifont®-94 [AlZn10Si8Mg]

Anwendungsgebiete

Automobil, Kraftfahrzeugbau, Maschinenbau, Optik/Möbel

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]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Druckguss	T1	230–280	300–350	1–4	105–120



Lagerkerne für Schwingungsdämpfer
Unifont-94
Druckguss, Gummi-Metall Verbund
Ø 45–80mm Höhe: 40–123mm, Gewicht: 78–450 g



Tischhalterung für Flugzeugsitze
Unifont-94
Druckguss, lackiert
310 × 65 × 18 mm, Gewicht: 0,16 kg



Castadur® – Die Kraft der Regeneration

Ein selbstaushärtender Werkstoff von hoher Verformbarkeit, der an Festigkeit gewinnt, ohne seine Dehnungsfähigkeiten zu verlieren. Und selbst dort, wo seine Eigenschaften, beispielsweise durch Überhitzung, verloren gehen, kehren sie wieder zurück. Wegen seiner gut polierbaren, sanft glänzenden Oberfläche wird Castadur mit Vorliebe auch für Gebrauchsgegenstände, wie beispielsweise Möbel, eingesetzt.

In seiner Homogenität und stillen Kraft ähnelt der Werkstoff den Sanddünen der Wüste, die mit dem Wind immer wieder neue Formen annehmen und doch gleich bleiben.

Castadur®-30 [AlZn3Mg3Cr]

Anwendungsgebiete

Architektur, Automobil, Beleuchtung, Haushaltsgeräte, Kraftfahrzeugbau, Kunstguss, Modell-/Formenbau, Optik/Möbel

Kennzeichnende Eigenschaften

Selbstaushärtende Legierung für Sand- und Kokillenguss. Hohe Festigkeit und Dehnung, gute Gießbarkeit. Hervorragend dekorativ und technisch anodisierbar.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlZn3Mg3Cr

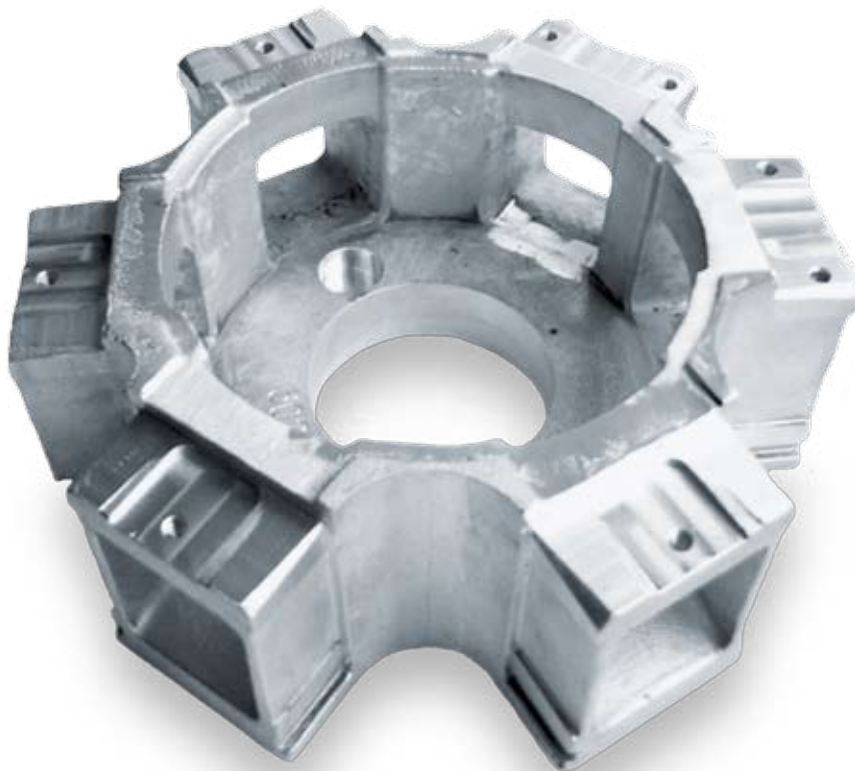
Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Be
0,15	0,15	0,05	0,10-0,2	2,5-3,0	0,25-0,35	2,2-2,8	0,03-0,15	0,004

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Kokillenguss	T1	140-160	260-290	10-20	75-85

Bitte beachten Sie das Diagramm zur Aushärtung auf Seite 108



Gussknoten für Glaskuppel-Konstruktion
Castadur-30
Kokillenguss
Ø 260 × 110 mm, Gewicht: 2,3 kg



Peraluman® – Schön, sanft glänzend, schlagfest und dehnbar

Durch die absolute Korrosionsfestigkeit und die damit verbundene Beständigkeit gegenüber Säuren und Salzen werden diese Legierungen eingesetzt zur Herstellung von Maschinen für die Lebensmittelproduktion. Die Teile sind schlagfest und verfügen über eine gute Bruchdehnung. Ihr besonders sanfter Glanz und die Möglichkeit, farbig zu eloxieren, führen dort zum Einsatz, wo besondere Ansprüche an Ästhetik gestellt werden.

Das Bild der Natur, das für diese Legierung steht, ist die Strauß-Weichkoralle. Sie ist von feingliedrigem Wuchs und leuchtet hell im dunklen Wasser – genauso matt glänzend, wie die aus Peraluman gefertigten Teile.

Peraluman[®]-30 [AlMg3]

Anwendungsgebiete

Architektur, Armaturen, Baubeschläge, Beleuchtung, Haushaltsgeräte, Klimaanlage, Kunstguss, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Modell-/Formenbau, Optik/Möbel, Schiffbau, Chemie

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 numerisch: 51 100

Zusammensetzung [Masse-%]

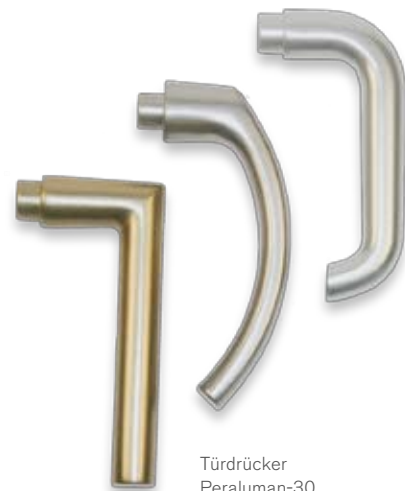
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
0,45	0,15	0,02	0,01 – 0,4	2,7 – 3,5	0,10	0,01 – 0,15	Be

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze R _{p0,2} [N/mm ²]	Zugfestigkeit R _m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	F	70–100 (60)	170–190 (140)	4–8 (4)	50–60 (45)
Sandguss	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	T6	140–160 (110)	240–260 (180)	15–20 (12)	70–80 (70)



Aufnahmezylinder für Lebensmittelverarbeitung
Peraluman-30
Kokillenguss, dekorativ anodisiert
Ø 220 × 330 mm, Gewicht: 3,5 kg



Türdrücker
Peraluman-30
Kokillenguss, dekorativ anodisiert
135 × 65 × 15 mm, Gewicht: 140 g

Peraluman[®]-50 [AlMg5]

Anwendungsgebiete

Architektur, Armaturen, Baubeschläge, Beleuchtung, Haushaltsgeräte, Klimaanlage, Kunstguss, Lebensmittelindustrie, Optik/Möbel, Schiffbau, Chemie

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 numerisch: 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]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
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)



Eingabegehäuse für Selbststeueranlage
an Hochseeyachten
Peraluman-50
Sandguss, anodisch oxidiert
290 × 210 × 40mm, Gewicht: 0,4kg

Kühlhalbschale für Röntgengeräte
Peraluman-50
Sandguss
640 × 440 × 170mm, Gewicht: 19kg

Peraluman[®]-56 [AlMg5Si]

Anwendungsgebiete

Architektur, Armaturen, Beleuchtung, Haushaltsgeräte, Klimaanlage, Kunstguss, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Optik/Möbel, Schiffbau, Chemie

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]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	F	110–130 (100)	160–200 (140)	3–4 (2)	60–80 (55)
Sandguss	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	T6	110–160 (110)	210–260 (200)	3–18 (5)	75–85 (70)



Pumpengehäuse
Peraluman-56
Sandguss
Ø 390 × 115 mm, Gewicht: 9,2 kg



Leitrad für Kreiselpumpe
Peraluman-56
Sandguss
Ø 245 × 50 mm, Gewicht: 0,95 kg



Magsimal® – Von filigraner Leichtigkeit, aber extrem belastbar

Eine Legierung für feingliedrige Teile, die aber ihre Festigkeit und präzise Form über lange Zeit beibehalten müssen. Gut schweißbar, hohe Belastbarkeit, fast unbeschränkt in den Anwendungsmöglichkeiten. Höchste Korrosionsbeständigkeit, auch gegenüber Meerwasser.

Teile, die dem Bauplan der Flügel einer Libelle nachempfunden sind: hauchdünn, elastisch und doch von höchster Festigkeit und Dauerhaftigkeit, ermöglichen sie dem zierlichen Insekt Flugleistungen, die immer wieder aufs Neue verblüffen.

Magsimal[®]-59 [AlMg5Si2Mn]

Anwendungsgebiete

Architektur, Automobil, Flugzeuganwendung, Haushaltsgeräte, Klimaanlage, Kraftfahrzeugbau, Lebensmittelindustrie, Maschinenbau, Optik/Möbel, Schiffbau, Chemie

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 numerisch: 51 500

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Be
1,8–2,6	0,20	0,03	0,5–0,8	5,0–6,0	0,07	0,20	0,004

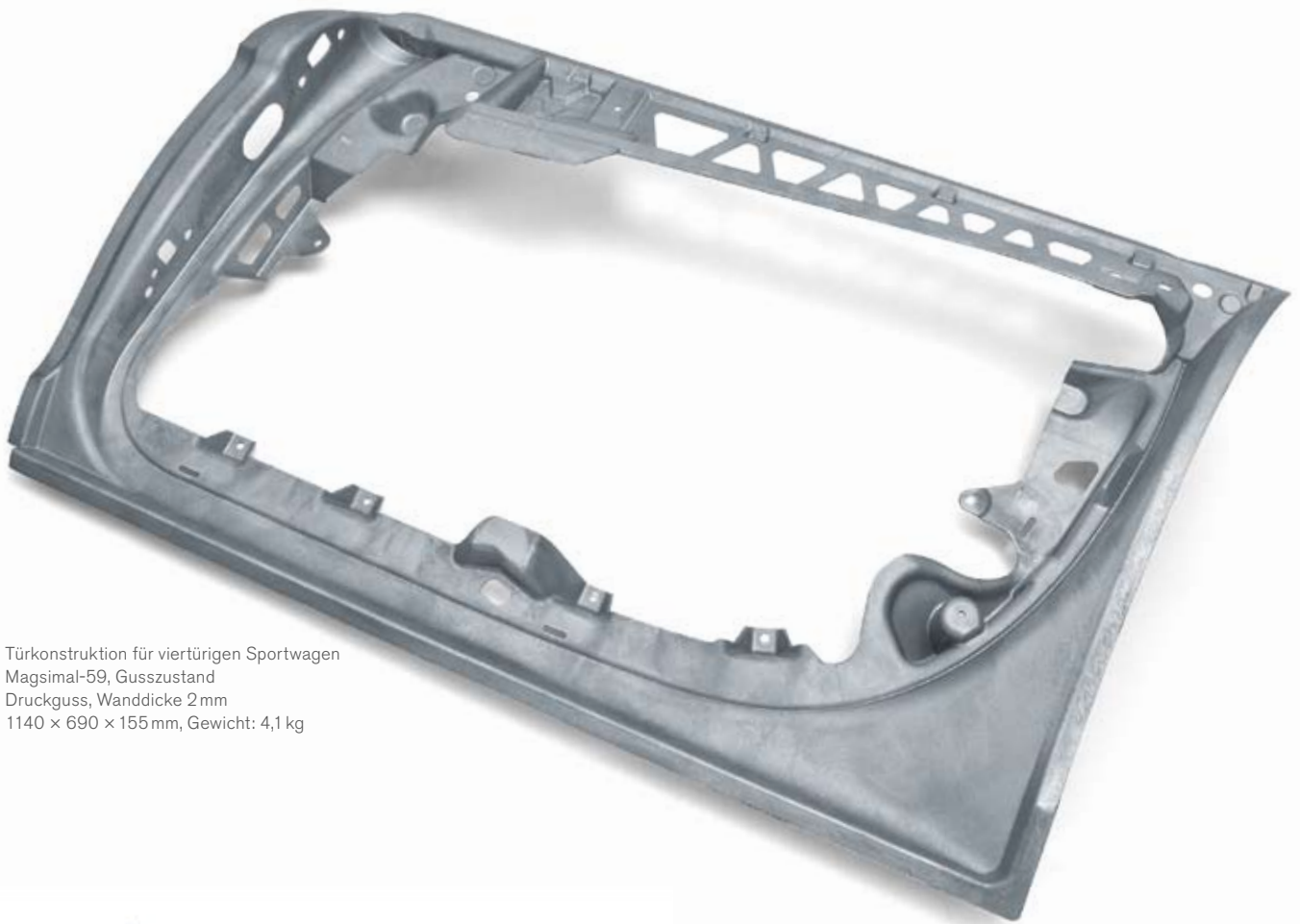
Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Wanddicke mm	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]
Druckguss	F	< 2	> 220	> 300	10–15
Druckguss	F	2–4	160–220	310–340	12–18
Druckguss	F	4–6	140–170	250–320	9–14
Druckguss	F	6–12	120–145	220–260	8–12



Türinnenteile für Geländefahrzeug
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, schweißgeeignet, Wanddicke 1,8–2,0mm
1400 × 500mm bis 1000 × 240mm, Gewicht: 2,0–2,2kg

Magsimal[®]-59 [AlMg5Si2Mn]



Türkonstruktion für viertürigen Sportwagen
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, Wanddicke 2 mm
1140 × 690 × 155 mm, Gewicht: 4,1 kg



Federbeindom für Sportwagen
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, Wanddicke 3 mm
590 × 450 × 340 mm, Gewicht: 3,0 kg



Stabilisatorstangen-Halter
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, Wanddicke 3 mm
130 × 85 × 45 mm, Gewicht: 0,2 kg

Magsimal®-59 [AlMg5Si2Mn]



Hinterer Querträger
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, Wanddicke 4 mm
1080 x 370 x 150 mm, Gewicht: 6,5 kg

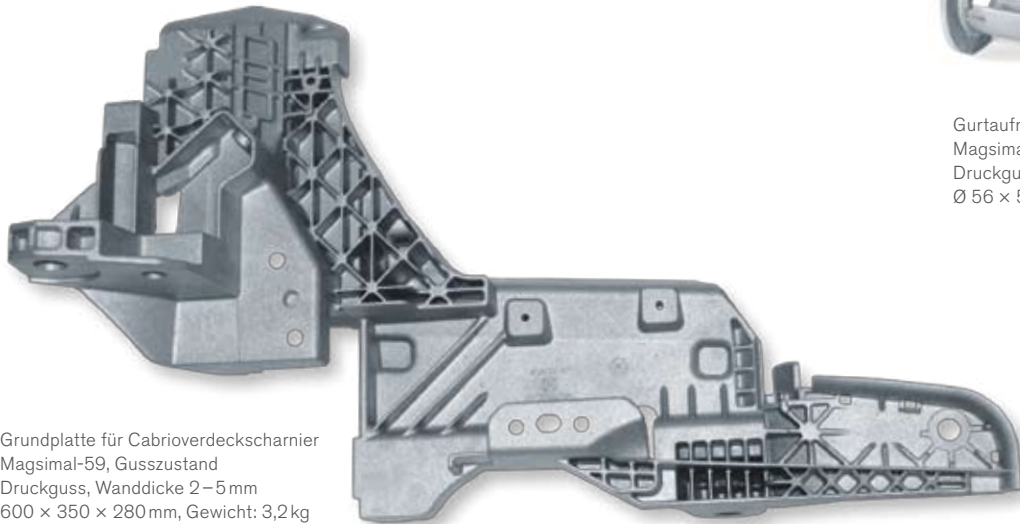


Ölwanne
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, Wanddicke 2,2 mm
440 x 310 x 180 mm, Gewicht: 3,0 kg



Knoten für Fensterrahmen
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, schweißgeeignet
Bis 510 mm lang, Gewicht: 0,20 – 0,35 kg

Magsimal[®]-59 [AlMg5Si2Mn]



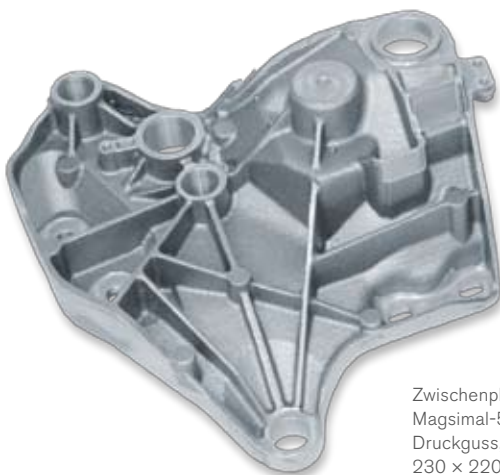
Grundplatte für Cabrioverdeckscharnier
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, Wanddicke 2–5 mm
600 × 350 × 280 mm, Gewicht: 3,2 kg



Gurtaufrollspindel
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, Wanddicke 1,0–5,0 mm
Ø 56 × 55 mm, Gewicht: 66 g



Cabrioverdeckhebel
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, Wanddicke 2–5 mm
740 × 130 × 125 mm, Gewicht: 1,3 kg



Zwischenplatte für Cabrioverdeckmechanik
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, Wanddicke 2–5 mm
230 × 220 × 130 mm, Gewicht: 0,85 kg



Schienenblende
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, polierte Oberfläche
34 × 15 × 13 mm, Gewicht: 6,0 g

Magsimal®-59 [AlMg5Si2Mn]



Skischuhschnallen
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss
76 × 23 × 18 mm, Gewicht: 20 g



Skibindung
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, poliert
77 × 69 × 53 mm, Gewicht: 150 g



Felge, Motorrad MZ
Magsimal-59, Gusszustand
Druckguss, zweiteilig gegossen, Elektronenstrahl-geschweißt
Ø 460 × 180 mm, Gewicht: 6,4 kg

Mit Dank an unsere Kunden:
ae-group, Gerstungen
Druckguss Hof, Hof
Formal, IT
Georg Fischer Automotive, Herzogenburg, A
JVM Light Metal Castings, Worcester, GB
KSM Castings GmbH, Hildesheim
Microtech, IT
Sander, Ennepetal



Aluman® – Widerstand auch bei höchsten Temperaturen

Die Legierung mit dem höchsten Schmelzpunkt aller Aluminium-Legierungen. Die gute Wärmeleitfähigkeit prädestiniert die Legierung für die Herstellung von Gussteilen wie beispielsweise Wärmetauschern.

Durch die hohe Erstarrungstemperatur sind Aluman-Teile fest, wenn die sie umgebenden Aluminium-Legierungen noch flüssig sind. Damit lässt sich das gegossene Werkstück aus Aluman mit einer anderen fließfähigen Legierung verlöten.

Das Pendant in der Natur sind Eisberge aus Süßwasser, die aufgrund ihres unterschiedlichen Schmelzpunktes im Salzwasser des Polarmeeres schwimmen.

Aluman[®]-16 [AlMn1,6]

Anwendungsgebiete

Automobil, Klimaanlage, Kraftfahrzeugbau, Maschinenbau

Kennzeichnende Eigenschaften

Hartlötbare Druckgusslegierung mit eingeschränkter Gießbarkeit im Kokillenguss.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlMn1,6

Zusammensetzung [Masse-%]

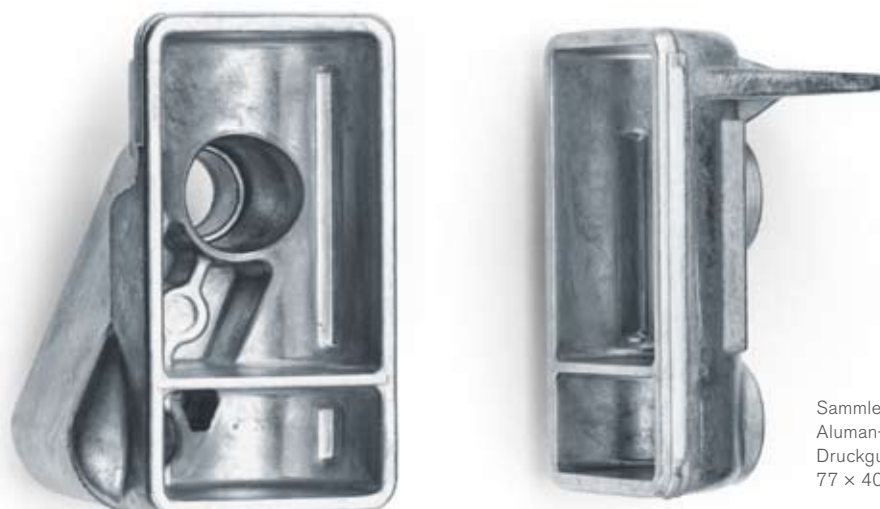
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
0,15	0,90	0,03	1,4–1,6	0,05	0,10	0,15

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Druckguss	F	90–120	160–180	8–15	40–60



Rohranschlüsse Wasserkühler
Aluman-16
Sandguss/Druckguss
max. 110 × 60 × 100 mm, Gewicht: 0,4 kg



Sammlerkasten für Ölkühler
Aluman-16
Druckguss
77 × 40 × 55 mm, Gewicht: max. 0,13 kg



Alufont® – Höchste Festigkeit für den Leichtbau

Durch seine herausragenden mechanischen Eigenschaften eine echte Alternative zu Stahl. Gut zu schweißen und ausgezeichnet spanabhebend bearbeitbar, überall dort einzusetzen, wo Teile großen Kräften und Belastungen ausgesetzt sind. Ihr geringes Gewicht prädestiniert sie zusätzlich für Elemente, die bewegt werden müssen: im Motorsport, in Maschinen oder beispielsweise als Gelenkelement für Teleskop-Hebebühnen.

Wie bei Kristallen liegt die Festigkeit dieser Legierungen begründet in der Struktur ihrer Verbindung.

Alufont®-52 [AlCu4Ti]

Anwendungsgebiete

Hochbeanspruchte Teile aller Art, sofern Korrosionseigenschaften kein Hindernis sind.
Automobil, Kraftfahrzeugbau, Motorenbau, Maschinenbau, 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

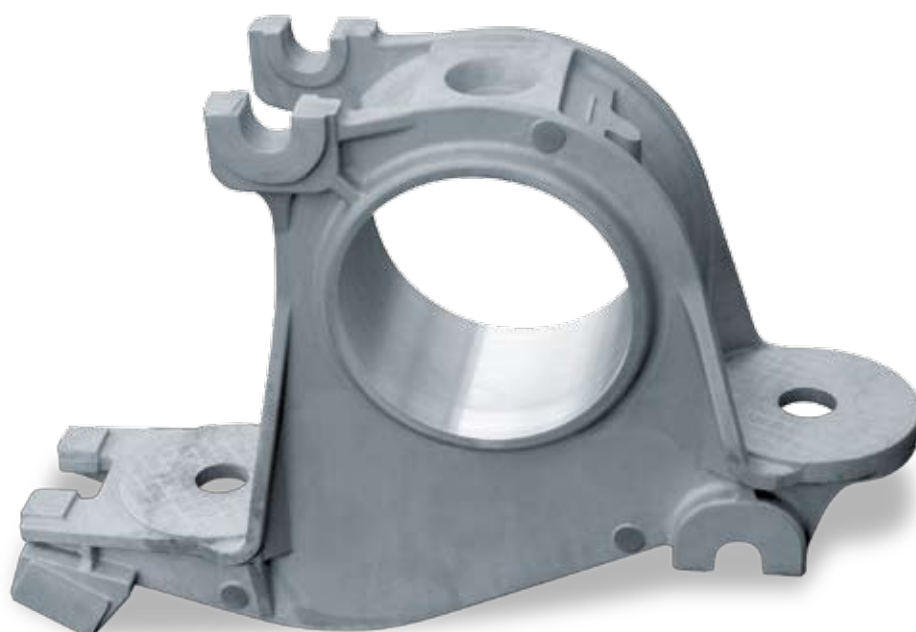
chemisch: AlCu4Ti numerisch: 21 100

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]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	T64	210–240 (180)	300–360 (260)	8–15 (4)	90–100 (90)
Sandguss	T6	300–420 (280)	400–475 (350)	3–4 (2)	125–145 (120)
Kokillenguss	T64	210–250 (190)	360–400 (300)	12–20 (10)	90–120 (90)
Kokillenguss	T6	310–400 (300)	420–475 (400)	7–16 (4)	130–145 (130)

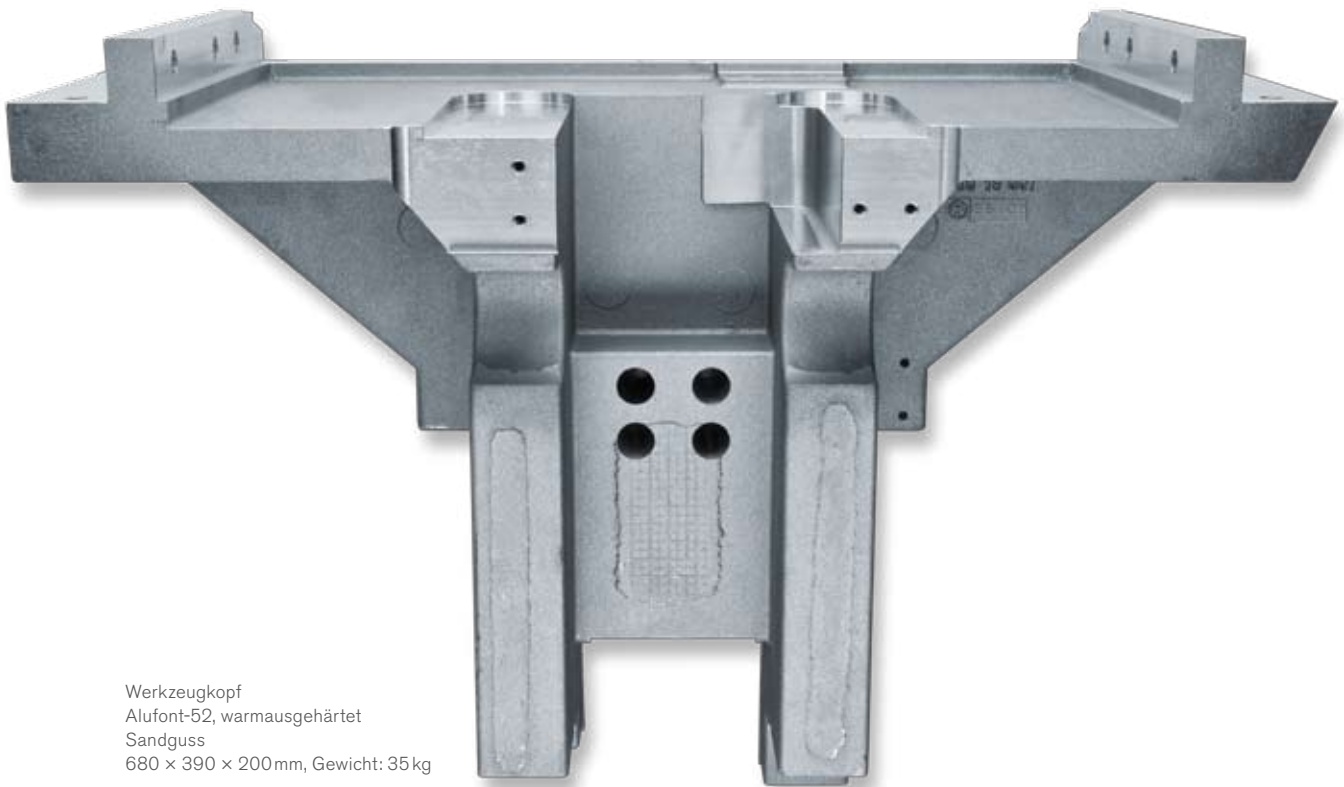


Radsatzlagergehäuse Schienenfahrzeug
Alufont-52, warmausgehärtet
Sandguss
920 × 840 × 330mm, Gewicht: 62kg



Klemmelement
Alufont-52, warmausgehärtet
Kokillenguss
70 × 70 × 30mm, Gewicht: 0,1 kg

Alufont®-52 [AlCu4Ti]



Werkzeugkopf
Alufont-52, warmausgehärtet
Sandguss
680 × 390 × 200mm, Gewicht: 35 kg



Roboterarmmechanik
Alufont-52, warmausgehärtet
Sandguss
190 × 60 × 20mm, Gewicht: 0,14 kg



ICE II Getriebegehäuse
Alufont-52, warmausgehärtet
Sandguss
1800 × 850 × 250mm, Gewicht: 175 kg

Alufont®-48 [AlCu4TiMgAg]

Anwendungsgebiete

Automobil, Kraftfahrzeugbau, Motorenbau, Maschinenbau, Wehrtechnik

Kennzeichnende Eigenschaften

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.

Legierungskennzeichnung

chemisch: AlCu4TiMgAg

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
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

Mechanische Eigenschaften

Gießverfahren	Behandlungszustand	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
Sandguss	T64	200–270 (180)	370–430 (320)	14–18 (7)	105–120 (100)
Sandguss	T6	410–450 (320)	460–510 (380)	3–7 (2)	130–150 (125)
Kokillenguss	T6	410–460 (340)	460–510 (440)	5–8 (3)	130–150 (130)



Gabelstern für Schienenfahrzeuggetriebe
Alufont-48, warmausgehärtet
Sandguss
Ø 700 x 100mm, Gewicht: 38 kg



Thermodur® – Ein Schritt in die Zukunft

Ein neuer Werkstoff, der in nie gekanntem Maße hohen Temperaturen widersteht und damit eine wesentliche Voraussetzung für mehr Effektivität von Verbrennungsmotoren darstellt: mehr Leistung, geringerer Kraftstoffverbrauch, längere Haltbarkeit und weniger CO₂-Ausstoß.

Das Vorbild aus der Natur ist die Seide der Spinne: herausragende mechanische Eigenschaften, von höchster Festigkeit, stabil, belastbar und wunderbar leicht.

Thermodur[®]-72 [AlMg7Si3Mn]

Anwendungsgebiete

Motorenbau, Kurbelgehäuse, Motorenbauteile

Kennzeichnende Eigenschaften

Druckgusslegierung für den Motorenbau für Teile mit sehr hohen Anforderungen an Warmfestigkeit und Korrosionsfestigkeit.

Legierungskennzeichnung

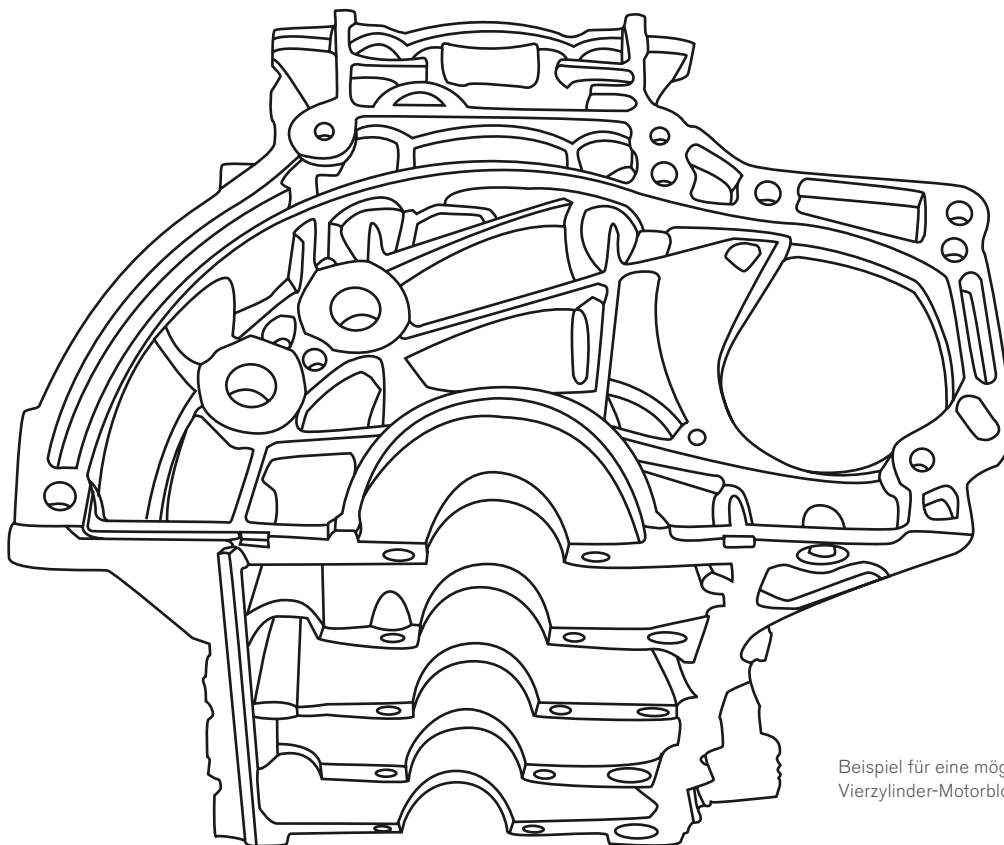
chemisch: AlMg7Si3Mn

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
2,8–3,2	0,15	0,03	0,5–0,8	7,0–8,8	0,07	0,15	Be 0,004

Mechanische Eigenschaften

Auslagern Temperatur	Auslagern Zeit	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
20° C		190–220	350–370	7–10	80–100
300° C	90min	220–240	350–370	7–9	90–110
350° C	90min	140–160	290–320	9–12	75–90
380° C	90min	120–150	280–310	15–18	75–90



Beispiel für eine mögliche Anwendung:
Vierzylinder-Motorblock mit Blick auf die Lagerstühle

Thermodur[®]-73 [AlSi11Cu2Ni2Mg2Mn]

Anwendungsgebiete

Automobil, Motorenbau

Kennzeichnende Eigenschaften

Sehr hohe Härte und hohe Festigkeit im Gusszustand, sehr hohe Warmfestigkeit, gute Gießbarkeit. Sehr hohe Verschleißfestigkeit. Ausgezeichnet schweiß- und spanbar.

Legierungskennzeichnung

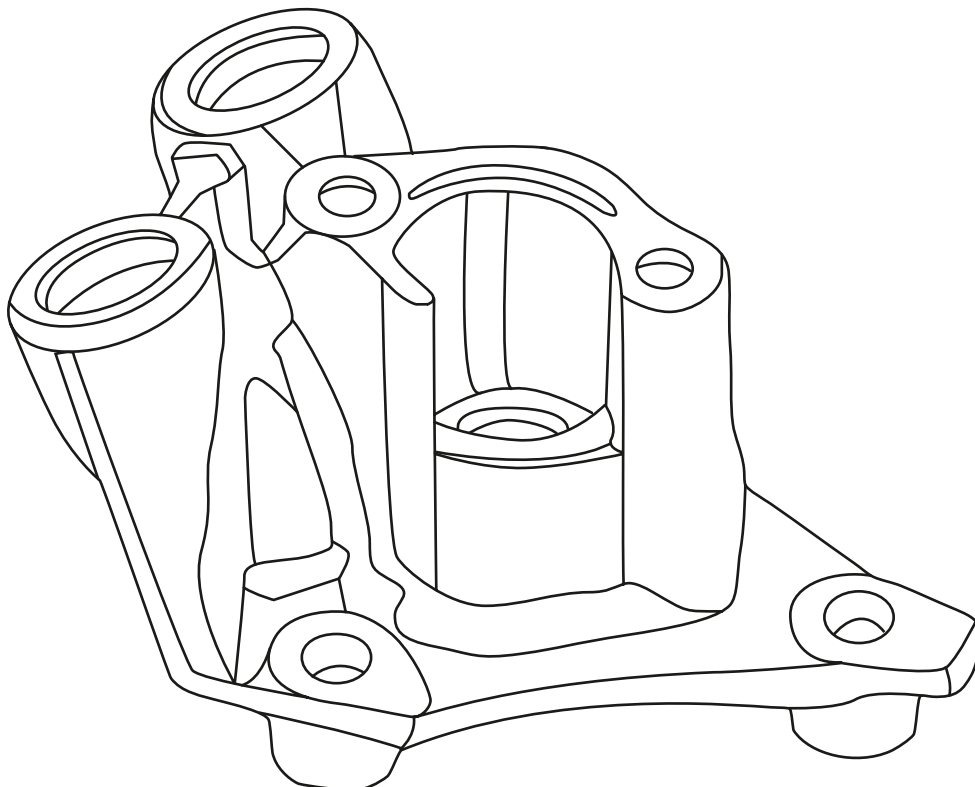
chemisch: AlSi11Cu2Ni2Mg2Mn

Zusammensetzung [Masse-%]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	andere
10,0–11,8	0,15	1,8–2,3	0,4	1,8–2,3	0,10	0,10	1,8–2,3 Ni, Sr

Mechanische Eigenschaften

Auslagern Temperatur	Auslagern Zeit	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Bruchdehnung A [%]	Brinellhärte HBW
20° C		300	320	1	
225° C	500 h	155		2	
300° C	500 h	65		38	



Beispiel für eine mögliche Anwendung
in der Abgasrückführung

Verarbeitungsmerkblätter



Mit den nachfolgenden Verarbeitungsmerkblättern möchte Ihnen RHEINFELDEN ALLOYS Arbeitsschritte zur Handhabung der verschiedenen Legierungen zur Verfügung stellen. Wenn Sie unsere Gusslegierungen verwenden, dürfen Sie innerhalb Ihres Betriebes die Folgeseiten gerne vervielfältigen und verwenden. Diese stellen handhabbare Arbeitsanweisungen dar und zeigen Schritt für Schritt die Arbeitsfolge auf.

Nicht alle Legierungen sind hier aufgelistet, allerdings kann innerhalb der entsprechenden Legierungsfamilie das hier vorliegende Verarbeitungsmerkblatt verwendet werden, zum Beispiel Peraluman-56 auch für Peraluman-30.

Die Empfehlungen entsprechen den typischen Gegebenheiten in den Gießereien. So wird beispielsweise beim Einschmelzen ein Tiegel- oder Schachtschmelzofen berücksichtigt; die Gegebenheiten in einem 10-t-Herdschmelzofen können von den Empfehlungen abweichen. Auch sollte feinstückiges Kreislaufmaterial bei den Hüttenaluminium-Druckgusslegierungen nicht verwendet werden.

Die hier aufgeführten Mengenangaben sind jeweils Gewichtsprozent, berechnet auf das Einsatzgewicht. Die angegebenen Temperaturen beziehen sich jeweils auf Schmelztemperatur, auch beim Gießen. Die gegebenen Empfehlungen zur Wärmebehandlung entsprechen dem Standardprozess und können variiert werden, zum Beispiel um Verzug zu minimieren.

Bei offenen Fragen zu Ihrer spezifischen Legierungsanwendung und -verarbeitung sprechen Sie unsere Gießereifachleute an.

Anticorodal®-70 [AlSi7Mg0,3]

Arbeitsfolge bei der Herstellung von Gussstücken aus Anticorodal-70

1 Einschmelzen der Masseln	möglichst rasch in leistungsstarken Öfen, damit Mg-Abbrand, Gasaufnahme und Oxidation der Schmelze gering bleiben; nachsetzen von vorgewärmten Masseln und Kreislaufmaterial in kleinen Mengen, sonst Seigerungen und Oxideinschlüsse
2 Salzbehandlung	beim Schmelzen nicht nötig
3 Magnesiumabbrand	normalerweise Abbrand von 0,05 Masse-% je Schmelzung; ist zu kompensieren, wenn der Mg-Gehalt der Schmelze von Anticorodal-70/-70 dv unter 0,25% liegt; kann mit AlMg-Vorlegierung oder Reinmagnesium zulegiert werden
4 Abkrätzen	nach dem Einschmelzen erforderlich
5 Temperatur nach dem Einschmelzen	maximal 780 °C (Temperatur kontrollieren!)
6 Entgasen und Reinigen der Schmelze	<ul style="list-style-type: none">• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 6–10 min• Spüllanze mit feinporösem Kopf benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)• Stickstoff abgebende Spülgastablette mit 150–350 l Stickstoff/kg (Tauchglockenverfahren)
7 Abkrätzen und Kornfeinen	kornfeinen nur für Anticorodal-70 mit körnigem Gefüge: nach dem sorgfältigen Abkrätzen kornfeinen mit TiB-Vorlegierung oder Salztabletten auf Kornfeinungszahlen $KF \geq 9$, d.h. Kornfläche kleiner als 2,5 mm ²
8 Veredelung mit Sr	bei Verwendung von dauerveredelten Masseln nur, wenn Strontium-Gehalt unter 0,015% gesunken ist; zu veredeln mit AlSr-Vorlegierung, die vorzugsweise nur 5% Strontium enthält
Sandguss mit Na	<ul style="list-style-type: none">• mit 0,03–0,04 vakuumverpacktem Natrium oder 0,2–0,3 exothermen Veredelungstabletten oder 0,05–0,2 Salz-Granulat (Angaben in % des Einsatzgewichtes)
Kokillenguss mit Na	<ul style="list-style-type: none">• dickwandiger Kokillenguss und Kokillenguss mit Sandkernen: mit 0,015–0,025 vakuumverpacktem Natrium oder 0,1–0,2 exothermen Veredelungstabletten oder 0,05–0,2 Salz-Granulat (Angaben in % des Einsatzgewichtes) Dünnwandiger Kokillenguss wird nur in seltenen Fällen mit Na veredelt.
9 Reinigen und Abkrätzen	Gasbehandlung mit Rotor bevorzugen, z.B. durch integrierte Schmelzebehandlung bei gleichzeitiger Zugabe von Na-Salz-Granulat und Gasreinigung
10 Gießtemperatur (Richtwerte)	abhängig von Gestalt, Größe und Wanddicke des Gussstückes
unveredelt	720–760 °C
mit Dauerveredelung	740–780 °C
11 Kokillentemperatur	300–400 °C je nach Gussstück
12 Lösungsglühen	520–535 °C für 6–10 Stunden; für Sonderbauteile: 535–545 °C/24 Stunden (Die angegebenen Glüh- und Auslagerzeiten gelten ohne Aufheizdauer.)
13 Abkühlen von Lösungsglüh-temperatur	möglichst ohne Verzögerung in Wasser (10–40 °C)
14 Zwischenlagerzeit vor dem Warmauslagern	nur wenn Richtarbeit notwendig, maximal 12 Stunden
15 Teilaushärtung T64	150–160 °C/2–3 Stunden für hohe Dehnung
16 Vollaushärtung T6	155–165 °C/6–8 Stunden für hohe Festigkeit
17 Stabilisierungsglühung	erforderlich für Gussstücke mit Wärmebelastung: 210–230 °C/6–8 Stunden, anschließend Luftabkühlung auf Raumtemperatur

Silafont[®]-36 [AlSi9MgMn]

Arbeitsfolge bei der Herstellung von Druckgussstücken aus Silafont-36

1 Einschmelzen der Masseln	möglichst rasch in leistungsfähigen Öfen, damit Magnesium-Abbrand, Gasaufnahme und Oxidation der Schmelze gering bleiben; nachsetzen von vorgewärmten Masseln und Kreislaufmaterial in kleinen Mengen, sonst Seigerungen und Oxideinschlüsse; Kreislaufanteil kann bis 50% betragen
2 Salzbehandlung	beim Schmelzen nicht nötig
3 Magnesiumabbrand	normalerweise Abbrand von 0,03% je Schmelzung; ist nur zu kompensieren, wenn der Magnesium-Gehalt der Schmelze außerhalb der Toleranz liegt, mit Magnesium-Vorlegierung oder Reinmagnesium
4 Strontiumabbrand	üblicherweise Abbrand von 30–50 ppm je Schmelzung; Sr ist nur aufzulegen, wenn der Gehalt in der Schmelze unterhalb von 80 ppm liegt, mit AlSr5 oder AlSr10. Bei erstmaligem Aufschmelzen in einem neuen Tiegel oder einem Tiegel, der bisher nicht für Sr-veredelte Legierungen verwendet wurde, fällt der Sr-Gehalt stark ab. Dabei diffundiert Strontium in den Tiegel, eine Sättigung ist nach erstem Aufschmelzen erreicht.
5 Abkrätzen	nach dem Einschmelzen erforderlich
6 Temperatur	nach dem Einschmelzen maximal 780 °C (Temperatur kontrollieren!)
7 Entgasen und Reinigen der Schmelze	<ul style="list-style-type: none">• im Transporttiegel, besser im Warmhaltetiegel, -gefäß oder im Dosierofen mit Bodensteinen; wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 6–10 min• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)• Stickstoff abgebende Spülgastabletten im Tauchglockenverfahren sind wenig geeignet.
8 Abkrätzen	nach dem Einschmelzen erforderlich; der Metallgehalt der Krätze kann durch die Zugabe von Schmelzhilfssalzen nach der Impellerbehandlung reduziert werden
9 Gießtemperatur (Richtwerte)	680–710 °C – abhängig von Gestalt, Fließweg und Wanddicke des Druckgussstückes, aber auch von Fließrinnenlänge des Dosierofens und von evtl. Kammerheizung
10 Formtemperatur	200–250 °C je nach Gussstück
11 Aushärtung durch T5	Wasserabschrecken direkt nach der Gussentnahme, möglichst hohe Temperatur (dann auslagern wie 15)
12 Lösungsglühen	480–490 °C / 2–3 Stunden für Sonderbauteile: 400 °C / 0,5 Stunden
13 Abkühlen von Lösungsglühtemperatur	möglichst ohne Verzögerung in Wasser (10–40 °C); bei Abkühlung an Luft erreicht man nur eine erheblich geringere Dehngrenze
14 Zwischenlagerzeit vor dem Warmauslagern	nur wenn Richtarbeit notwendig, üblicherweise maximal 12 Stunden
15 Vollaushärtung T6	155–170 °C / 2–3 Stunden
16 Überalterung T7	190–230 °C / 2–3 Stunden Die angegebenen Glüh- und Auslagerungszeiten gelten ohne Aufheizdauer.

Castasil®-37 [AlSi9MnMoZr]

Arbeitsfolge bei der Herstellung von Druckgussstücken aus Castasil-37

1 Reinigung	Öfen, Tiegel, Behandlungs- und Gießwerkzeuge reinigen, um Verunreinigungen mit unerwünschten Elementen wie Cu, Zn und insbesondere Mg zu vermeiden!
2 Einschmelzen der Masseln	Die Schmelze sollte zügig über 670 °C gebracht werden, um Seigerungen, z.B. des Mn-haltigen Mischkristalles in der Schmelze zu vermeiden. Die Schmelzetemperatur sollte 780 °C nicht übersteigen. Ein Abbrand von Sr beim Schmelzen und Warmhalten ist zu erwarten – und umso stärker, je höher die Temperatur ist. Besonders beim Einschmelzen von Kreislaufmaterial ist der Sr-Abbrand zu beachten und eine Entgasungsbehandlung zum Entfernen von H ₂ und Oxiden empfohlen. Mit zunehmendem Sr-Gehalt steigt die Neigung der Schmelze Wasserstoff aufzunehmen; daher sollte dieser nicht über 350 ppm liegen.
3 Salzbehandlung	beim Schmelzen nicht nötig
4 Strontiumabbrand	üblicherweise Abbrand von 30–50 ppm je Schmelzung; Sr ist nur aufzulegen, wenn der Gehalt in der Schmelze unterhalb von 60 ppm liegt, mit AlSr5 oder AlSr10. Bei erstmaligem Aufschmelzen in einem neuen Tiegel oder einem Tiegel, der bisher nicht für Sr-veredelte Legierungen verwendet wurde, fällt der Sr-Gehalt stark ab. Dabei diffundiert Strontium in den Tiegel; eine Sättigung ist nach erstem Aufschmelzen erreicht.
5 Abkrätzen	nach dem Einschmelzen erforderlich; kalte Werkzeuge führen, neben ihrem Gefährdungspotenzial, eventuell zur Seigerung von Molybdän.
6 Temperatur nach dem Einschmelzen	maximal 780 °C (Temperatur kontrollieren!)
7 Entgasen und Reinigen der Schmelze	<ul style="list-style-type: none">• im Transporttiegel, besser im Gießofen bzw. Dosierofen; wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 6–10 min; bei der Entgasung im Transporttiegel ist mit einer Abkühlung von 30–50 °C zu rechnen• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)
8 Abkrätzen	nach dem Entgasen erforderlich; der Metallgehalt der Krätze kann durch die Zugabe von Schmelzhilfssalzen nach Impellerbehandlung reduziert werden
9 Gießtemperatur (Richtwerte)	680–720 °C abhängig von Gestalt, Fließweg und Wanddicke des Druckgussstückes, aber auch von Fließrinnenlänge und -isolierung des Dosierofens sowie vom Einsatz einer Füllbüchsenheizung Temperaturverluste können Vorerstarrungen verursachen und sind daher zu vermeiden.
10 Formtemperatur	150–250 °C, je nach Gussstück und Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften Generell gilt: je wärmer die Form, desto höher ist die Dehnung und niedriger die Festigkeit, bzw. umgekehrt.

Castadur®-30 [AlZn3Mg3Cr]

Arbeitsfolge bei der Herstellung von Gussstücken aus Castadur-30

1 Einschmelzen der Masseln	<p>Die verwendeten Tiegel dürfen kein Silizium in die Legierung abgeben (maximaler Silizium-Gehalt 0,14%). Bei höheren Silizium-Gehalten steigt die Warmrissempfindlichkeit. Dazu ist üblicherweise das Spülen des Tiegels mit Al99,5 oder AlMg-Legierung notwendig.</p> <p>Das Einschmelzen sollte möglichst rasch in leistungsfähigen Öfen erfolgen, damit Zink- und Magnesium-Abbrand, Gasaufnahme und Oxidation der Schmelze gering bleiben. Das Nachsetzen von vorgewärmten Masseln und Kreislaufmaterial sollte in kleinen Mengen erfolgen. Bei tiefen Warmhalte-Temperaturen und gleichzeitig langen Abstehtzeiten kann der hohe Chrom-Gehalt zu Seigerungen führen. Eine Salzbehandlung beim Schmelzen ist nicht nötig.</p>
2 Magnesiumabbrand	<p>Normalerweise tritt ein Abbrand von 0,1% je Schmelzung auf und kann vernachlässigt werden.</p>
3 Abkrätzen	<p>ist nach dem Einschmelzen erforderlich</p>
4 Temperatur nach dem Einschmelzen	<p>maximal 820 °C (Temperatur kontrollieren!)</p>
5 Entgasen und Reinigen der Schmelze	<p>Bei Verwendung von Impeller oder Spüllanze ist der hohe Temperaturverlust während der Behandlung zu berücksichtigen. Empfohlene Anfangstemperatur: > 780 °C.</p> <ul style="list-style-type: none">• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Gasrotor, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 3–6 min• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten <p>Ein DI von unter 0,5 ist bei effektiver Reinigung gut erreichbar und haltbar.</p>
6 Abkrätzen und Kornfeinen	<p>ist bei Castadur-50 nach dem Einschmelzen von Masselmateriale nicht notwendig</p> <p>Nach längerer Warmhaltephase und bei hohem Kreislaufeinsatz ist eine geringe Zugabe von Kornfeinungsmitteln empfehlenswert, z.B. können Kornfeinungstabletten oder AlTi5B1-Draht (0,5 kg/t) kurz vor dem Gießen eingebracht werden.</p>
7 Veredelung	<p>überflüssig, da kein Silizium-Gehalt</p>
8 Gießtemperatur (Richtwerte) Sandguss Kokillenguss	<p>variiert je nach Gießverfahren sowie Gestalt, Größe und Wanddicke der Gussstücke:</p> <p>720–760 °C (Empfehlung 730 °C)</p> <p>730–760 °C (Empfehlung 750 °C)</p>
9 Modellgestaltung	<p>Schwindmaß 1,0–1,3%</p> <p>Die hohe Mittellinien-Lunkerbildung muss durch eine gelenkte Erstarrung beseitigt werden. Entsprechend ist die Anschnitt und Speiserauslegung zu wählen.</p>
10 Kokillentemperatur	<p>250–400 °C je nach Gussstück; bei hoher Kokillen-Temperatur wird die Rissbildung geringer; daher die Empfehlung: 350 °C</p>
11 Gussstückentnahme	<p>Gussstücke sind bei der Entnahme aus dem Formkasten oder der Kokille noch sehr weich. Vorsichtiges Ausformen bei maßgenauen Gussstücken ist erforderlich.</p>

Unifont®-90 [AlZn10Si8Mg]

Arbeitsfolge bei der Herstellung von Gussstücken aus Unifont®-90

1 Einschmelzen der Masseln	möglichst rasch in leistungsfähigen Öfen, damit Mg-Abbrand, Gasaufnahme und Oxidation der Schmelze gering bleiben; nachsetzen von vorgewärmten Masseln und Kreislaufmaterial in kleinen Mengen; auch eine nur geringe Cu-Verunreinigung der Schmelzezusammensetzung vermeiden!
2 Salzbehandlung	beim Schmelzen nicht nötig
3 Magnesiumabbrand	normalerweise Abbrand von 0,05 % je Schmelzung; ist zu kompensieren, wenn Gesamtmagnesium-Gehalt unter 0,25 % sinkt durch Zugabe von Mg-Vorlegierung oder Reinmagnesium.
4 Abkrätzen	nach dem Einschmelzen erforderlich
5 Temperatur nach dem Einschmelzen	maximal 780 °C (Temperatur kontrollieren!)
6 Entgasen und Reinigen der Schmelze	<ul style="list-style-type: none">• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 6–10 min• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)• Stickstoff abgebende Spülgastablette mit 150–350 l Stickstoff/kg (Tauchglockenverfahren)
7 Abkrätzen und Kornfeinen	nur für Unifont-90 mit körnigem Gefüge, bei hohem Kreislaufanteil: nach dem Abkrätzen kornfeinen mit TiB-Vorlegierung oder Salztabletten auf Kornfeinungszahlen über $KF = 9$, d. h. kleiner als 2,5 mm ² Kornfläche
8 Veredelung mit Sr	bei Verwendung von dauerveredelten Masseln nur, wenn Strontium-Gehalt unter 0,015 % gesunken ist; zu veredeln mit AlSr-Vorlegierung, die vorzugsweise nur 5 % Strontium enthält
Sandguss mit Na	<ul style="list-style-type: none">• mit 0,03–0,04 vakuumverpacktem Natrium oder 0,2–0,3 exothermen Veredelungstabletten oder 0,05–0,08 Salz-Granulat (Angaben in % des Einsatzgewichtes)
Kokillenguss mit Na	<ul style="list-style-type: none">• dickwandiger Kokillenguss und Kokillenguss mit Sandkernen: mit 0,015–0,025 vakuumverpacktem Natrium oder 0,1–0,2 exothermen Veredelungstabletten oder 0,05–0,2 Salz-Granulat (Angaben in % des Einsatzgewichtes) Dünnwandiger Kokillenguss wird nur in seltenen Fällen mit Na veredelt.
9 Reinigen und Abkrätzen	Gasbehandlung mit Rotor bevorzugen, z. B. durch integrierte Schmelzebehandlung bei gleichzeitiger Zugabe von Na-Salz-Granulat und Gasreinigung
10 Gießtemperatur (Richtwerte)	variiert je nach Gießverfahren sowie Gestalt, Größe und Wanddicke der Gussstücke:
Sandguss	710–740 °C
Kokillenguss	720–750 °C
11 Kokillentemperatur	300–400 °C je nach Gussstück
12 Wärmebehandlung	nur wenn der Abguss sofort gebraucht wird: auslagern bei 100–120 °C/10–16 Std.

Peraluman[®]-56 [AlMg5Si]

Arbeitsfolge bei der Herstellung von Gussstücken aus Peraluman[®]-56

1 Einschmelzen der Masseln	möglichst rasch in leistungsfähigem Ofen, damit Mg-Abbrand, Oxidation und Gasaufnahme der Schmelze gering bleiben; auch eine nur geringe Cu-Verunreinigung der Schmelzezusammensetzung vermeiden
2 Salzbehandlung beim Einschmelzen	nicht nötig beim Schmelzen von Masseln; hilfreich bei kleinstückigem Kreislaufmaterial zur Vermeidung von Oxidation
3 Magnesiumabbrand	ohne Bedeutung
4 Abkrätzen	nach dem Einschmelzen erforderlich!
5 Temperatur nach dem Einschmelzen	normalerweise maximal 780 °C (Temperatur kontrollieren!)
6 Entgasen und Reinigen der Schmelze	erforderlich! <ul style="list-style-type: none">• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 6–10 min• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten. (Abkühlung!)• Spülgastabletten erreichen nicht die erforderliche Wirkung! ferner Vakuumbehandlung mit Stickstoffumwälzung
7 Abkrätzen nach Reinigungsbehandlung	restloses Abkrätzen unbedingt erforderlich, bei Salzverwendung auf Na-freie Salzgemische Wert legen
8 Kornfeinung	erforderlich mit Kornfeinungsmittel auf TiB-Basis: 0,15–0,30% Salztabletten, 0,1–0,2% Vorlegierungsdraht (Menge auf Schmelzegewicht bezogen)
9 Abstehen und Abkrätzen	einige Minuten abstehen lassen, dann sorgfältig abkrätzen
10 Gießtemperatur (Richtwerte) Sandguss Kokillenguss	700–740 °C 710–770 °C
11 Kokillentemperatur	350–420 °C, je nach Gussstück
12 Lösungsglühen	langsames Aufheizen auf 540–550 °C, Glühdauer 4–8 Stunden Die angegebenen Glühzeiten gelten ohne Aufheizdauer.
13 Abkühlung von Lösungsglühtemperatur	möglichst ohne Verzögerung in Wasser von etwa 20 °C
14 Zwischenlagerzeit vor dem Warmauslagern	maximal 24 Stunden
15 Warmauslagerung für Warmaushärtung	160–170 °C/8–10 Stunden

Magsimal[®]-59 [AlMg5Si2Mn]

Arbeitsfolge bei der Herstellung von Druckgussstücken aus Magsimal[®]-59

1 Einschmelzen der Masseln	möglichst zügig in leistungsfähigen Öfen, damit Mg-Abbrand, Gasaufnahme und Oxidation der Schmelze gering bleiben; nachsetzen von vorgewärmten Masseln und Kreislaufmaterial in kleinen Mengen, sonst Seigerungen; Feuerfestmassen mit hohem Tonerdeanteil verwenden; Phosphor- und Natrium-Aufnahme vermeiden
2 Salzbehandlung	verboten! Es besteht die Gefahr der Na-Aufnahme.
3 Magnesiumabbrand	normalerweise Abbrand von 0,1% je Schmelzung, üblicherweise keine Korrektur notwendig; bei einem Mg-Gehalt erheblich unter 5,0% Zugabe von höchstens 0,5% Reinmagnesium
4 Abkrätzen	nach dem Einschmelzen erforderlich
5 Temperatur nach dem Einschmelzen	maximal 780 °C (Temperatur kontrollieren!)
6 Temperatur im Warmhalteofen	nicht unter 650 °C sinken lassen und für Schmelzebewegung sorgen durch: <ul style="list-style-type: none">• Wärmekonvektion• Rotor (Impeller)• Schmelze-Nachfüllung keine tiefen Öfen mit Deckenheizung bei ruhender Schmelze verwenden! Feuerfestmassen mit hohem Tonerdeanteil verwenden!
7 Entgasen und Reinigen der Schmelze	<ul style="list-style-type: none">• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7 – 10 l/min Argon oder Stickstoff, 6 – 10 min• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)• Spülgastabletten erreichen nicht die erforderliche Wirkung!
8 Abkrätzen	sorgfältiges Abkrätzen erforderlich Um den Metallgehalt der Krätze zu verringern, dürfen nur ausgesprochen Na-freie Salze verwendet werden!
9 Kornfeinen	verboten!
10 Veredelung	verboten! Die erreichbare Dehnung würde erheblich gesenkt werden.
11 Gießtemperatur (Richtwerte)	690 – 730 °C, variiert je nach Gestalt, Größe und Wanddicke der Druckgussstücke
12 Gießwerkzeug-Temperatur	160 – 220 °C
13 Abschrecken der Gussstücke nach dem Entformen	Sofortiges Abschrecken in Wasser senkt die Dehngrenze und steigert die Dehnung.
14 Wärmebehandlung	Normalerweise keine
15 Entspannungsglühen	nur in Sonderfällen T5 und O; T5 je nach Bedarf auslagern bis 250 °C und bis 90 min, wobei Dehngrenze ansteigt und Dehnung abnimmt; O je nach Bedarf über 320 °C bis 380 °C und bis 90 min, wobei Dehngrenze abnimmt und Dehnung ansteigt

Alufont®-52 [AlCu4Ti]

Arbeitsfolge bei der Herstellung von Gussstücken aus Alufont®-52

1 Einschmelzen der Masseln	möglichst rasch in leistungsfähigen Öfen, damit Oxidation und Gasaufnahme der Schmelze gering bleiben; auf eine möglichst geringe Si-Aufnahme in der Schmelzezusammensetzung achten!
2 Salzbehandlung beim Einschmelzen	nicht nötig
3 Abkrätzen	nach dem Einschmelzen erforderlich
4 Temperatur nach dem Einschmelzen	maximal 800 °C (Temperatur kontrollieren!)
5 Entgasen und Reinigen der Schmelze	<ul style="list-style-type: none">• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 6–10 min• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)• stickstoffabgebende Spülgastablette mit 150–350 l Stickstoff/kg (Tauchglockenverfahren)
6 Abstehen und Abkrätzen	ca. 10 Minuten abstehen lassen, dann sorgfältig abkrätzen
7 Kornfeinung	Kornfeinungsmittel auf TiB ₂ -Basis: 0,15–0,30% Salztabletten; 0,1–0,2% Vorlegierungsdraht (Gewichtsprozente bezogen auf das Einsatzgewicht)
8 Abstehen und Abkrätzen	mindestens 10 Minuten abstehen lassen, dann sorgfältig abkrätzen
9 Gießtemperatur (Richtwerte) Sandguss Kokillenguss	variiert je nach Gießverfahren sowie Gestalt, Größe und Wanddicke der Gussstücke: 720–760 °C 730–780 °C
10 Kokillentemperatur	300–450 °C
11 Lösungsglühen	In den Glühzeiten ist die Aufheizdauer auf Glühtemperatur nicht enthalten. <ul style="list-style-type: none">• dünnwandige Gussstücke (< 8 mm Wanddicke): beliebiges, doch nicht zu schnelles Aufheizen auf 525–535 °C; halten während 8–10 Stunden; Abschrecken in Wasser (20–50 °C)• dickwandige Gussstücke (> 8 mm Wanddicke): langsameres Aufheizen auf 520–530 °C; Halten während 12–18 Stunden; Abschrecken in Wasser (20–50 °C)• Sehr dickwandige Gussstücke (> 20 mm Wanddicke) werden mit einer Stufenglühung lösungsgeglüht.
12 Stufenglühung	langsameres Aufheizen auf 490 °C; halten während 4–6 Stunden; anschließendes Aufheizen auf 520 °C; halten während 8–12 Stunden; Abschrecken in Wasser (20–50 °C)
13 Warm- bzw. Vollaushärtung	170 ± 5 °C / 6–7 Stunden; Warm- bzw. Vollaushärtung ergibt hohe Werte für Zugfestigkeit, Dehngrenze und Härte bei mittlerer Bruchdehnung; Teilaushärtung dagegen sehr hohe Bruchdehnung bei tieferen Werten für Zugfestigkeit, Dehngrenze und Härte
14 Teilaushärtung	140 ± 5 °C / 6–7 Stunden
15 Abkühlung nach Aushärtung	beliebig, typischerweise an Luft

Technische Informationen

In diesem Kapitel wird im Detail auf chemische, mechanische und physikalische Eigenschaften der Aluminiumgusslegierungen von RHEINFELDEN ALLOYS eingegangen. Anhand von Tabellen können diese verglichen werden.

Weiterhin werden Ratschläge zur Handhabung unserer Gusslegierungen im Schmelzprozess gegeben, sowie Hilfen und Informationen zur Erreichung von optimalen Ergebnissen beim Gießen. Es wird eingegangen auf die verschiedenen Schritte im Verarbeitungsprozess:

- Kornfeinung
- Veredelung
- Schmelzequalität
- Reinigung der Schmelze
- Schmelzprüfung
- Warmaushärtung, Wärmebehandlung und Selbstaushärtung
- Wärmebehandlung bei Druckgussstücken
- Dauerfestigkeit
- Korrosion und Korrosionsschutz
- Herstellung von Schweißkonstruktionen
- Schweißen von Druckgussstücken
- Spanende Bearbeitung

Dieser Teil des Handbuchs ist durch unsere Kundenberater auf den aktuellen Stand des Wissens gebracht worden.

Da nicht nur die Qualität der eingesetzten Gusslegierung entscheidend für gelungene Anwendungen ist, sondern in hohem Maße auch die richtige Handhabung vor, während und nach dem Gießen, sehen wir dies als wichtigen Teil unseres Handbuchs an. In der Praxis und bei Neuentwicklungen treten sicherlich weitere Fragen auf, wobei Ihnen RHEINFELDEN ALLOYS mit seinen Gießereifachleuten auch gerne gezielt weiterhilft.

Die auf Seite 82 und 83 aufgeführten mechanischen Eigenschaften beruhen auf eigenen Messungen an unseren Legierungen und liegen meistens über den Werten der europäischen Norm EN 1706.

Die mechanischen Werte wurden für Sand- und Kokillenguss an getrennt gegossenen Probestäben und an Probestäben, 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 Werte auch im Gussstück oder Teilbereichen davon erreicht werden. Eingeklammerte Zahlenwerte sind Mindestwerte im Gussstück mit Wanddicken bis zu 20 mm. Durch Verunreinigung des Metalles, besonders durch erhöhte Eisengehalte, werden die Eigenschaften der Aluminium-Gusslegierungen beeinflusst.

Die von RHEINFELDEN ALLOYS gelieferten Hüttenaluminium-Gusslegierungen liegen im Eisen-gehalt 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.

Zusammensetzungen

Legierungen von gleichbleibend hoher Reinheit sind eine Voraussetzung zur Fertigung von Gussstücken hoher Güte. Das Qualitätssystem von RHEINFELDEN ALLOYS ermöglicht die Einhaltung dieser Reinheit.

Die Hauptlegierungsbestandteile sind fett gedruckt. Einzelwerte in der Tabelle sind Höchstgehalte an Legierungs- und Begleitelementen. Die von RHEINFELDEN ALLOYS 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 gegeben.

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.

Markenname	Chemische Bezeichnung	Numerische Bezeichnung
Anticorodal-04	AlSi0,5Mg	
Anticorodal-50	AlSi5Mg	
Anticorodal-70	AlSi7Mg0,3	42 100
Anticorodal-78dv	AlSi7Mg0,3	42 100
Anticorodal-71	AlSi7Mg0,3	
Anticorodal-72	AlSi7Mg0,6	42 200
Silafont-30	AlSi9Mg	43 300
Silafont-36	AlSi9MgMn	43 500
Silafont-09	AlSi9	44 400
Silafont-13	AlSi11	
Silafont-20	AlSi11Mg	44 000
Silafont-70	AlSi12CuNiMg	48 000
Silafont-90	AlSi17Cu4Mg	
Castasil-37	AlSi9MnMoZr	
Unifont-90	AlZn10Si8Mg	71 100
Unifont-94	AlZn10Si8Mg	
Castadur-30	AlZn3Mg3Cr	
Castadur-50	AlZn5Mg	
Peraluman-30	AlMg3	51 100
Peraluman-36	AlMg3Si	
Peraluman-50	AlMg5	51 300
Peraluman-56	AlMg5Si	51 400
Magsimal-59	AlMg5Si2Mn	51 500
Alufont-47	AlCu4TiMg	21 000
Alufont-48	AlCu4TiMgAg	
Alufont-52	AlCu4Ti	21 100
Alufont-60	AlCu5NiCoSbZr	
Thermodur-72	AlMg7Si3Mn	
Thermodur-73	AlSi11Cu2Ni2Mg2Mn	
Rotoren-Al 99.7	Al99,7	
Aluman-16	AlMn1,6	

Zusammensetzung							
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	0,20	
6,5-7,5	0,15	0,02	0,10	0,30-0,45	0,07	0,18	(Na/Sr)
6,5-7,5	0,15	0,02	0,05	0,30-0,45	0,07	0,18	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	0,18	(Na/Sr)
9,0-10,0	0,15	0,02	0,05	0,30-0,45	0,07	0,15	(Na/Sr)
9,5-11,5	0,15	0,03	0,5-0,8	0,1-0,5	0,07	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	
8,5-10,5	0,15	0,05	0,35-0,6	0,06	0,07	0,15	0,1-0,3 Mo 0,1-0,3 Zr Sb
8,5-9,3	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	
0,15	0,2	0,05	0,1-0,2	2,5-3,0	2,2-2,8	0,15	Be; 0,2-0,4 Cr
0,15	0,2	0,05	0,1-0,2	0,4-0,8	4,9-5,8	0,15	0,02-0,4 Cr
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
1,8-2,6	0,20	0,03	0,5-0,8	5,0-6,0	0,07	0,20	Be
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	
0,20	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/Sb
3,0-3,8	0,15	0,05	0,5-0,8	7,0-8,0	0,10	0,20	Be
10,0-11,8	0,15	1,8-2,3	0,4	1,8-2,3	0,10	0,10	1,8-2,3 Ni, Sr
0,20	0,25	0,01	0,02	0,02	0,07	0,02	Mn+Ti+V+Cr≤0,02%
0,15	0,90	0,03	1,4-1,6	0,05	0,10	0,15	

Mechanische Eigenschaften

Legierungs- bezeichnung	Chemische Bezeichnung	Gieß- verfahren		0,2%-Dehngrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Brinellhärte	BWF*
		Behand- lungszustand		$R_{p0,2}$ N/mm ²	R_m N/mm ²	A %	HBW 5/250-30	σ_{bw} N/mm
Anticorodal-04	AlSi0,5Mg	S	F	60-100 (50)	90-130 (80)	15-20 (10)	35-40 (35)	
		S	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	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	T4	150-180 (120)	200-270 (150)	4-10 (2)	75-90 (70)	70-75
		S	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	T4	160-190 (130)	210-270 (170)	5-10 (3)	75-90 (70)	80-85
		K	T6	240-290 (180)	260-320 (190)	2-7 (1)	100-115 (90)	80-85
Anticorodal-70 42 100	AlSi7Mg0,3	S	F	80-140 (80)	140-220 (140)	2-6 (2)	45-60 (45)	
		S	T64	120-170 (120)	200-270 (200)	4-10 (4)	60-80 (55)	
		S	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	T64	180-200 (140)	250-270 (220)	8-12 (5)	80-95 (80)	
Anticorodal-71	AlSi7Mg0,3	S	T7	160-200 (150)	220-250 (210)	2-4 (2)	70-80 (70)	
		K	T7	160-200 (150)	220-250 (210)	4-6 (3)	70-80 (70)	
Anticorodal-72 42 200	AlSi7Mg0,6	S	T6	220-280(220)	250-320 (250)	1-2 (1)	90-110 (90)	90-110
		K	T64	210-240 (150)	290-320 (230)	6-8 (3)	90-100 (90)	
		K	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	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	T64	180-210 (140)	250-290 (220)	6-10 (3)	80-90 (80)	
		K	T6	210-310 (190)	290-360 (240)	4-7 (2)	90-120 (90)	90-110
Silafont-36 43 500	AlSi9MgMn	D	F	120-150	250-290	5-11	75-95	80-90
		D	T5	155-245	275-340	4-9	80-110	
		D	T4	95-140	210-260	15-22	60-75	
		D	T6	210-280	290-340	7-12	90-110	
		D	T7	120-170	200-240	15-20	60-75	
Silafont-09 44 400	AlSi9	D	F	120-180	220-280	4-8	55-80	60-70
Silafont-13	AlSi11	S	F	70-120 (70)	150-210 (150)	7-13 (6)	45-60 (45)	55-70
		S	O	60-120 (60)	150-210 (150)	9-15 (8)	45-60 (45)	85-100
		K	F	80-150 (80)	170-240 (160)	7-16 (6)	45-60 (45)	70-90
		K	O	60-120 (60)	180-240 (160)	10-18 (10)	45-65 (45)	90-110
Silafont-20 44 000	AlSi11Mg	S	F	80-140 (70)	170-220 (170)	2-4 (1,5)	50-60 (50)	65-75
		S	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 (3)	55-75 (55)	80-100
		K	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	T6	200-300 (190)	220-300 (200)	0,3-1,0 (0,3)	130-160 (130)	95-105
		S	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	T6	320-390 (280)	350-400 (300)	0,5-2,0 (0,5)	135-160 (130)	100-110
Silafont-90	AlSi17Cu4Mg	K	T5	185-210 (150)	200-230 (180)	0,5-2,0 (0,5)	90-110 (90)	
		K	F	170-225 (160)	180-235 (170)	0,4-0,9 (0,3)	110-120 (110)	
		K	T5	160-225 (160)	165-230 (165)	0,4-0,8 (0,3)	105-115 (110)	
		D	T5	220-265	230-295	0,5-1,0	110-120	
Castasil-37	AlSi9MnMoZr	D 2-3mm	F	120-150	260-300	10-14	60-75	
		D 3-5mm	F	100-130	230-280	10-14	60-75	80-95
		D 5-7mm	F	80-110	200-250	10-14	60-75	

Legierungs- bezeichnung	Chemische Bezeichnung	Gieß- verfahren	Behand- lungszustand	0,2%-Dehngrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Brinellhärte	BWF*	
				R _{p0,2} N/mm ²	R _m N/mm ²	A %	HBW 5/250-30	σ _{bw} N/mm	
Unifont-90	71 100	AlZn10Si8Mg	S	T1	190-230 (170)	220-250 (180)	1-2 (1)	90-100 (90)	80-100
			K	T1	220-250(220)	280-320 (230)	1-4 (1)	100-120 (95)	90-110
Unifont-94		AlZn10Si8Mg	D	T1	230-280	300-350	1-4	105-120	70-90
Castadur-30		AlZn3Mg3Cr	K	T1	140-160	260-290	10-20	75-85	
Castadur-50		AlZn5Mg	S	T1	160-200	220-280	5-10	75-85	
Peraluman-30	51 100	AlMg3	S	F	70-100 (60)	170-190 (140)	4-8 (4)	50-60 (45)	70-80
			S	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	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	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	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	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	T6	110-160 (110)	210-260 (200)	3-18 (5)	75-85 (70)	70-90
Magsimal-59	51 500	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-47	21 000	AlCu4MgTi	S	T4	220-280 (180)	300-400 (240)	5-15 (3)	90-115 (85)	80-100
			S	T6	240-350(220)	350-420 (280)	3-10 (1)	95-125 (90)	80-100
			K	T4	220-300(200)	320-420 (280)	8-18 (5)	95-115 (90)	100-110
			K	T6	260-380(220)	350-440 (300)	3-12 (2)	100-130 (95)	100-110
Alufont-48		AlCu4MgAgTi	S	T64	200-270 (180)	370-430 (320)	14-18 (7)	105-120(100)	
			S	T6	410-450(320)	460-510 (380)	3-7 (2)	130-150 (125)	80-100
			K	T6	410-460(340)	460-510 (440)	5-8 (3)	130-150(130)	100-110
Alufont-52	21 100	AlCu4Ti	S	T64	210-240 (180)	300-360 (260)	8-15 (4)	90-100 (90)	80-100
			S	T6	300-420(280)	400-475 (350)	3-4 (2)	125-145 (120)	80-100
			K	T64	210-250 (190)	360-400 (300)	12-20 (10)	90-120 (90)	100-110
			K	T6	310-400(300)	420-475 (400)	7-16 (4)	130-145 (130)	100-110
Alufont-60		AlCu5NiCoSbZr	S	T7	145-165 (140)	180-220 (180)	1-1,5 (1)	85-95 (85)	90-100
			S	O	160-180 (160)	180-200 (180)	1-1,5 (1)	80-90 (80)	90-100
Thermodur-72		AlMg7Si3Mn	D	20°C		190-220	350-370	7-10	80-100
			D	300°C/90min		220-240	350-370	7-9	90-110
			D	350°C/90min		140-160	290-320	9-12	75-90
			D	380°C/90min		120-150	280-310	15-18	75-90
Thermodur-73		AlSi11Mg2Cu2Ni2	D	20°C		300	320	1	
			D	225°C/500h ¹⁾		155		2	
			D	225°C/500h ¹⁾		65		38	
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

- F Gusszustand
- O geglüht
- T1 selbstausgehärtet
- T4 kaltausgehärtet
- T5 stabilisiert
- T6 warmausgehärtet
- T64 teilausgehärtet
- T7 überaltert

¹⁾ langzeitgealtert und bei Alterungs-
temperatur geprüft

* Wichtige Hinweise zu den Angaben der
Biegewechselfestigkeit (BWF) sind
im Kapitel Dauerfestigkeit von Aluminium-
gussstücken auf Seite 111 enthalten.

Physikalische Eigenschaften

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 berücksichtigen erste Anschmelzerscheinungen infolge Seigerungen im Gussgefüge, die besonders bei schneller Aufheizung erheblich unterhalb der theoretischen Gleichgewichtstemperatur auftreten können.

Markenname	Chemische Bezeichnung	Dichte (Richtwert)	E-Modul	Linearer Wärmeausdehnungs- koeffizient 20–200 °C	Wärmeleitfähigkeit 20–200 °C
		kg/dm ³	kN/mm ²	$\frac{1}{K} \times 10^{-6}$	$\frac{W}{K \times cm}$
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	AlSi7Mg0,3	2,66	69–75	22	1,43–1,72
Anticorodal-78dv	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-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
Castasil-37	AlSi9MnMoZr	2,69	68–75	21	1,39–1,68
Unifont-90	AlZn10Si8Mg	2,85	74–80	21	1,17–1,34
Unifont-94	AlZn10Si8Mg	2,85	74–80	21	1,17–1,34
Castadur-30	AlZn3Mg3Cr	2,74	70–72	24	1,17–1,39
Castadur-50	AlZn5Mg	2,78	71–74	24	1,17–1,39
Peraluman-30	AlMg3	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
Magsimal-59	AlMg5Si2Mn	2,63	70–80	24	1,05–1,30
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-60	AlCu5NiCoSbZr	2,84	72–76	22,5	1,18–1,55
Rotoren-Al 99,7	Al99,7	2,67	65–70	24	1,80–2,10
Aluman-16	AlMn1,6	2,73	65–72	24	1,35–1,60

Elektrische Leitfähigkeit		Lineares Schwindmaß			Schmelz- und Erstarrungsbereich
m/($\Omega \times \text{mm}^2$)	% 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
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
19–24	36,0–45,0			0,4–0,6	550–590
19–23	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	0,4–0,6	545–600
14–17	24,0–29,5	0,6–0,8	0,4–0,6	0,3–0,5	510–650
16–22	27,5–38,0			0,4–0,6	550–595
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
17–20	29,5–34,5	1,0–1,4	0,7–1,1		555–650
18–21	31,0–36,0	1,0–1,4			555–655
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
14–16	24,0–27,5			0,6–1,1	580–618
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
18–21	31,0–36,0	1,3–1,5			545–650
20–26	34,5–45,0	1,2–1,5		0,8–1,2	645–660
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

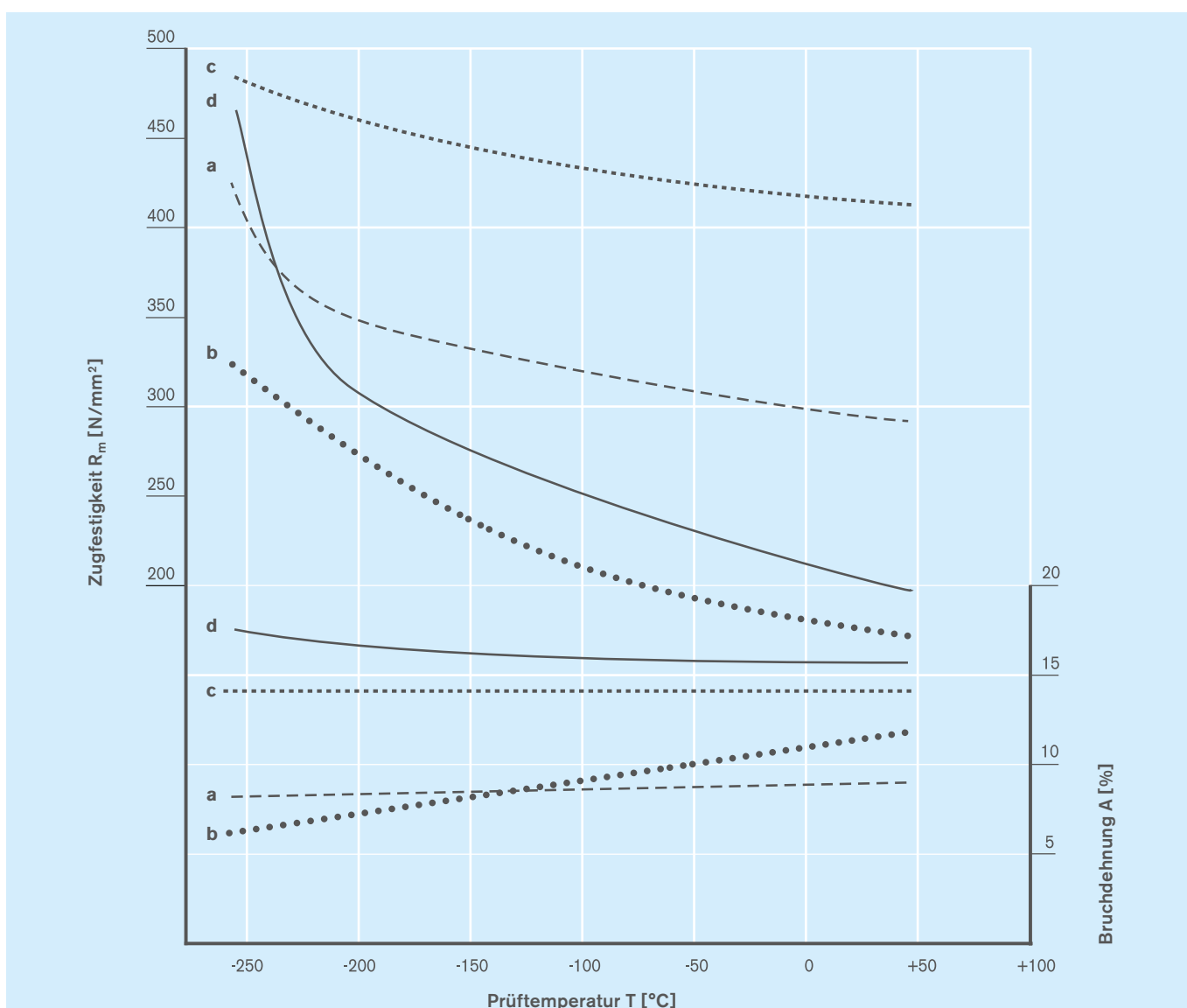
Im Gegensatz zu den meisten Eisen-Kohlenstoff-Legierungen verspröden Aluminiumlegierungen selbst bei tiefen Temperaturen nicht. Zugfestigkeit, Biegezugfestigkeit und Schlagzähigkeit nehmen mit sinkender Temperatur stetig zu, die Bruchdehnung nimmt in der Regel leicht ab.

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



Eigenschaften verschiedener Gusslegierungen bei tiefen Temperaturen

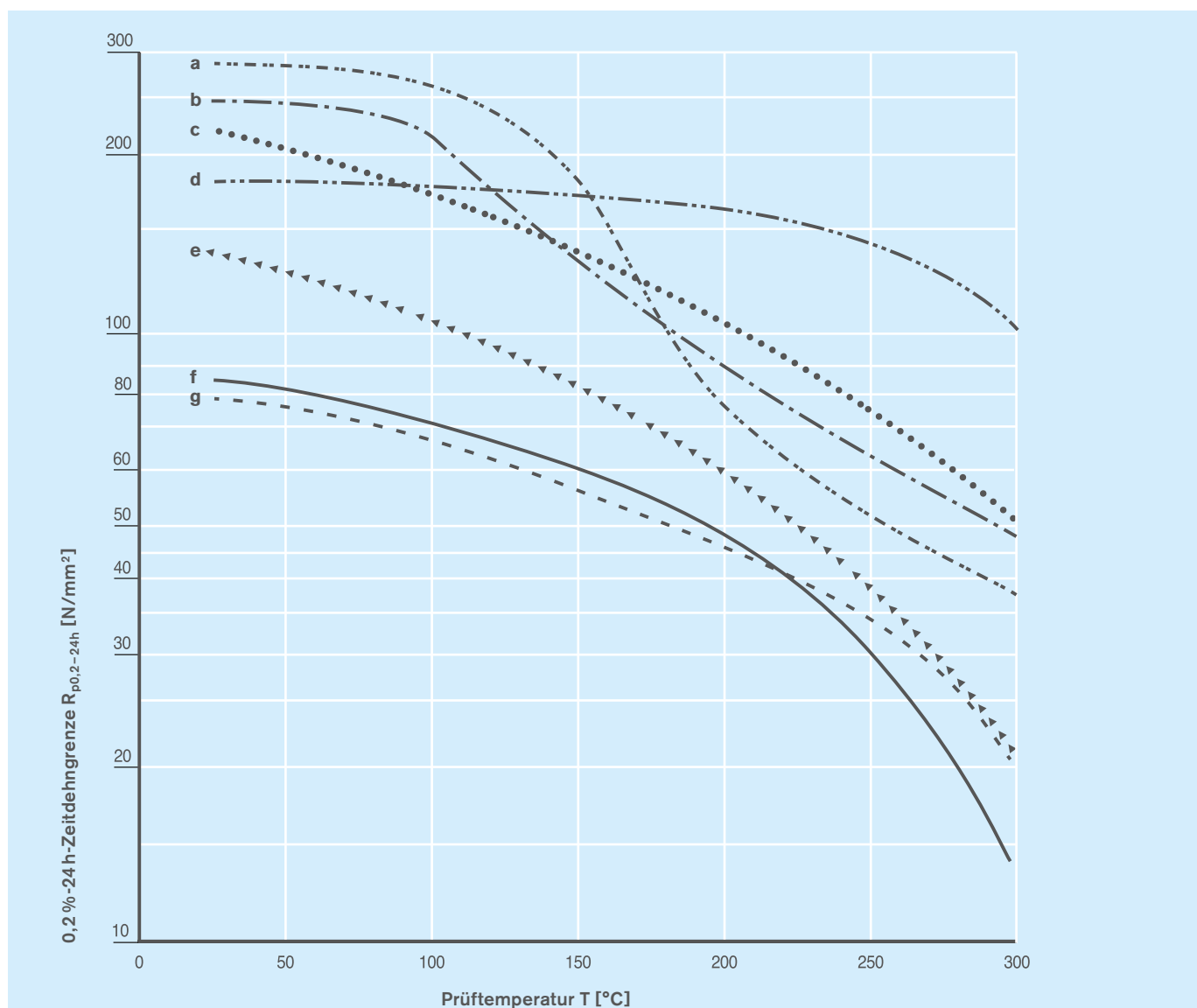
a	Anticorodal-70	Kokillenguss	warmausgehärtet	AlSi7Mg0,3	T6
b	Silafont-13	Sandguss	Gusszustand	AlSi11	F
c	Alufont-52	Kokillenguss	teilausgehärtet bei 150 °C	AlCu4Ti	T64
d	Peraluman-30	Kokillenguss	Gusszustand	AlMg3	F

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 4 mal so hoch wie die von Kohlenstoffstählen, 6 bis 8 mal 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 Temperausgleich 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, Alufont-57, Alufont-60 und Thermodur-72/-73.

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



0,2% – 24 h Zeitdehnngrenze verschiedener Gusslegierungen in Abhängigkeit von der Temperatur (Kokillenguss)									
a	Silafont-30	warmausgehärtet	AlSi9Mg T6		e	Silafont-09	Druckguss-Zustand	AlSi9	F
b	Unifont-90	selbstaushärtet	AlZn10Si8Mg T1		f	Silafont-13	Gusszustand	AlSi11	F
c	Silafont-70	stabilisiert	AlSi12CuNiMg T5		g	Peraluman-30	Gusszustand	AlMg3	F
d	Alufont-57	kaltausgehärtet	AlCu4NiMg T4						

Mechanische Eigenschaften unter verschiedenen Einflüssen

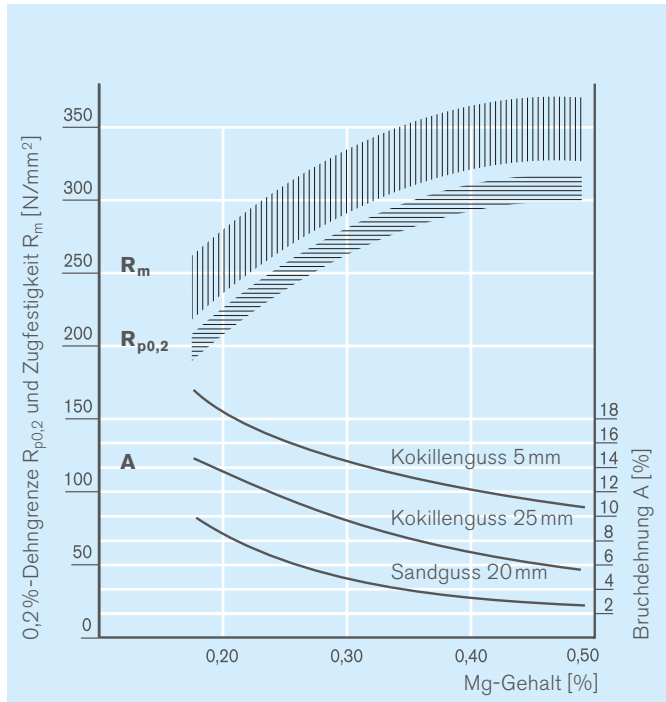


Abb. 1: Einfluss des Magnesiumgehaltes in verschiedenen Kokillengussstücken aus Anticorodal-70, AlSi7Mg0,3 T6 mit unterschiedlichen Wanddicken auf die mechanischen Eigenschaften. Die Gussstücke wurden nach dem Lösungsglühen sofort in Wasser abgeschreckt

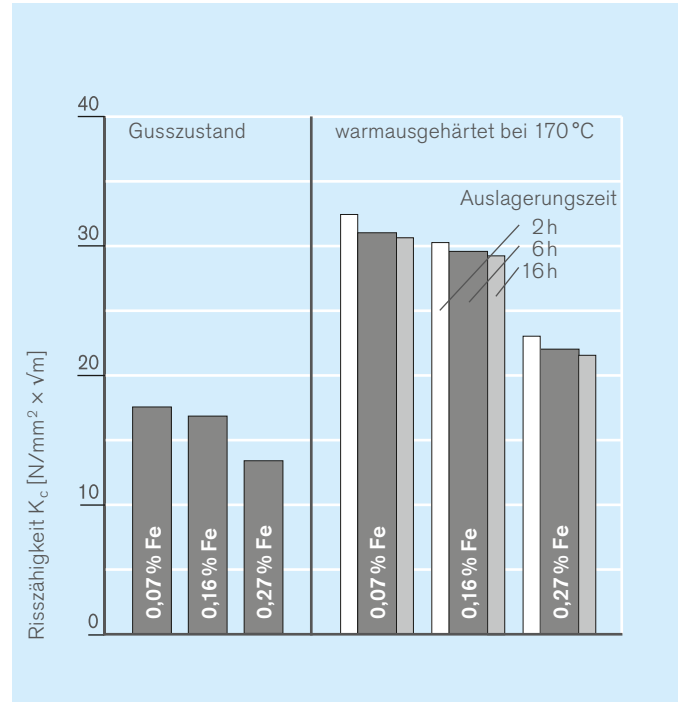


Abb. 2: Einfluss des Eisengehaltes auf die Risszähigkeit bei Silafont-30, AlSi9Mg als strontiumveredelte Kokillengussprobe

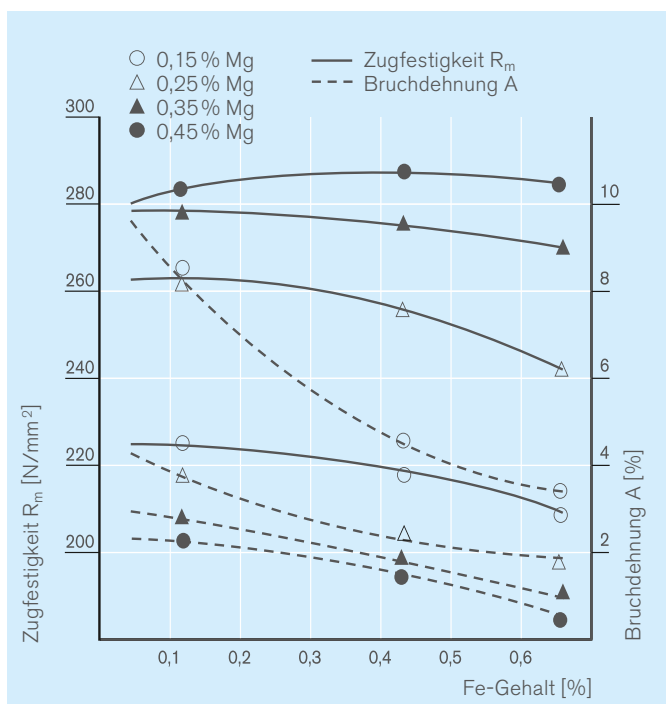


Abb. 3: Einfluss des Mg- und Fe-Gehaltes in warmausgehärteten Sandgussprobtestäben, 16mm Durchmesser aus Silafont-30, AlSi9Mg T6 auf Zugfestigkeit und Bruchdehnung

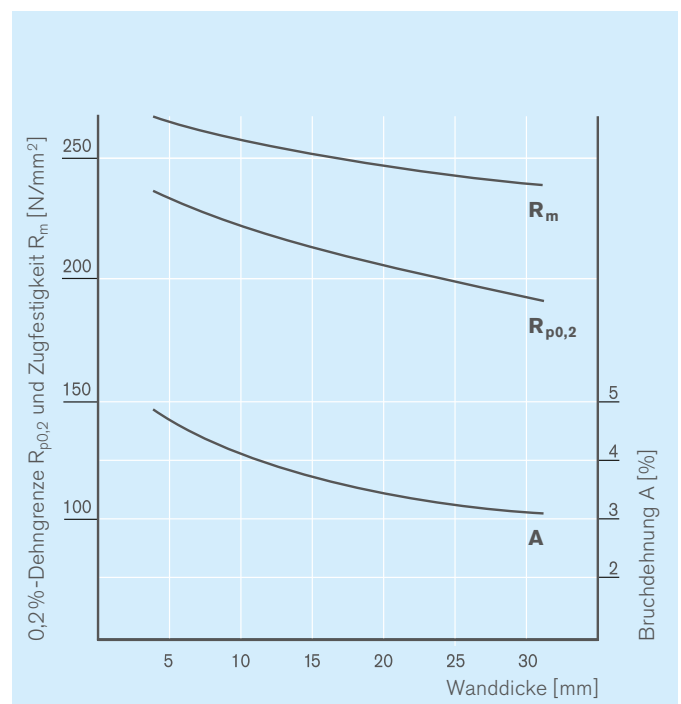


Abb. 4: Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften von der Wanddicke warmausgehärteter Sandgussstücke aus Anticorodal-70, AlSi7Mg0,3 T6

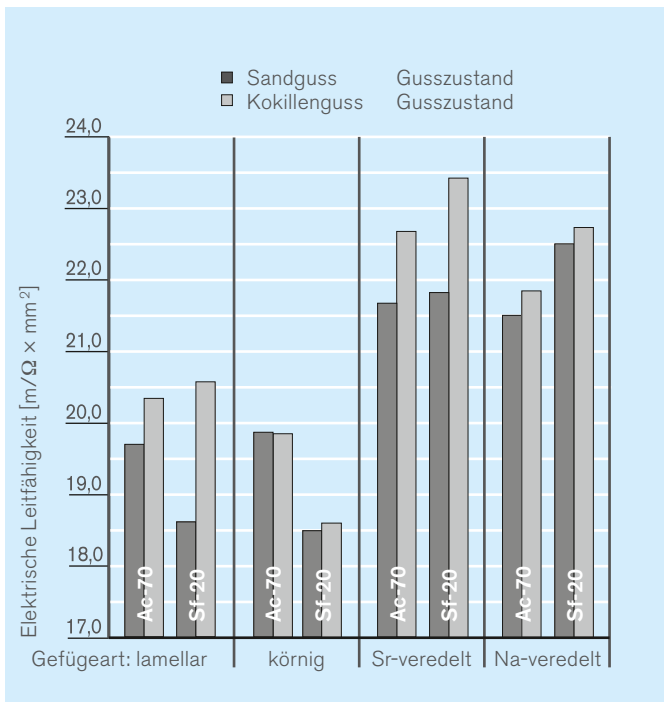


Abb. 5: Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von der Gefügemodifikation einer Anticorodal-70, AlSi7Mg0,3 und einer Silafont-20, AlSi11Mg im Gusszustand

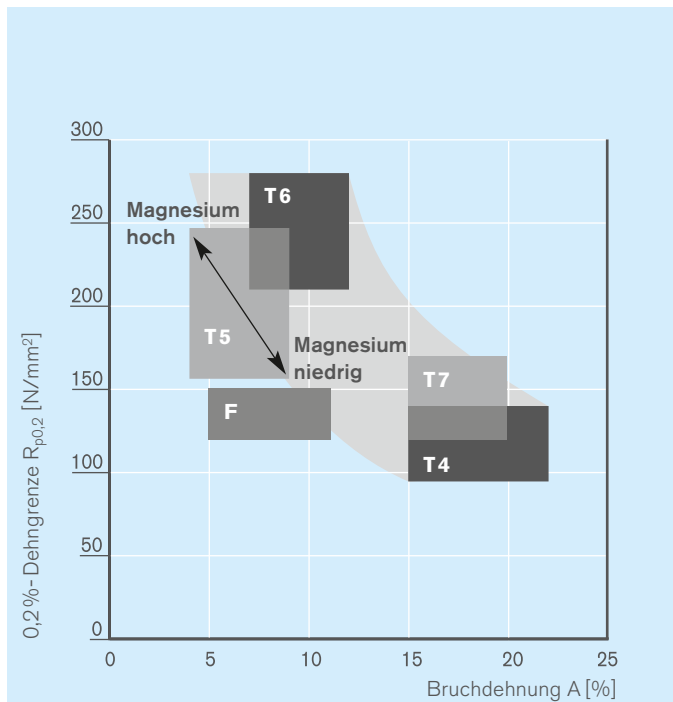


Abb. 6: Variationsbreite der mechanischen Werte von der Druckgusslegierung Silafont-36, AlSi9MgMn durch verschiedene Wärmebehandlungszustände und Magnesium-Gehalt

Weitere mechanische Eigenschaften

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

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

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

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

Flächenpressung $p \approx 0,8 \times R_{p0,2}$ [N/mm²]

gilt für statische Beanspruchung; bei dynamischer Belastung

ist von der Biegewechselfestigkeit auszugehen.

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

Verdrehfestigkeit $\approx R_m$ [N/mm²]

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

Poisson-Zahl μ für Bauteilberechnung nach der FEM: bei Kokillenguss = 0,32 - 0,36

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 auf folgendes zurückzuführen: Der Aluminium-Mischkristall, der Dendrit, wächst während der Erstarrung des Gussstückes von der Gussober-

fläche 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. Bei den heterogenen Gusslegierungen des Typs AlSi liegt die kleinste Korngröße zwischen 200–500 µm, bei den homogenen Legierungen AlCu, AlZn und AlMg bei 100 µm.

Für die eutektischen Körner der AlSi-Legierungen gilt das gleiche. Kleine Körner bewirken die vorher genannten Vorteile und haben außerdem einen günstigen Einfluss auf die mechanischen Werte, die Rautiefe 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 hohe Oberflächen-Korrosionsbeständigkeit des Gussstückes, denn Korrosionsschäden sind Kerben in der Gussoberfläche.



Abb. 1: Dendriten senkrecht zur Gussoberfläche wachsend

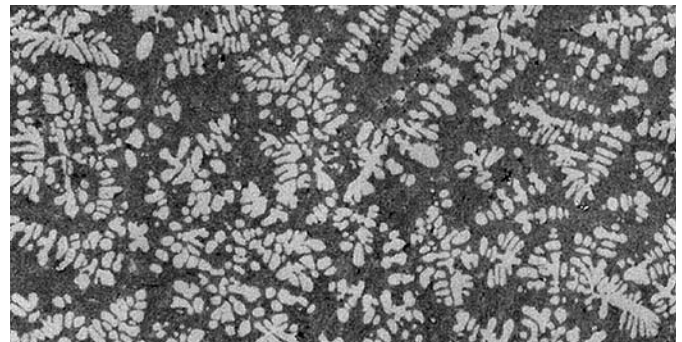


Abb. 3: Gefeierte Dendriten

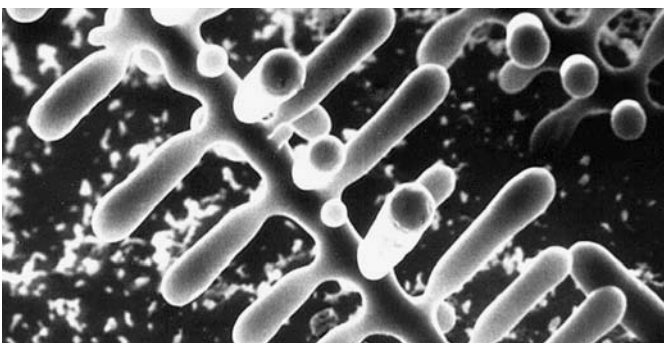


Abb. 2: Zusammenwachsen der Dendriten



Abb. 4: Aluminium-Körner, bestehend aus Dendriten

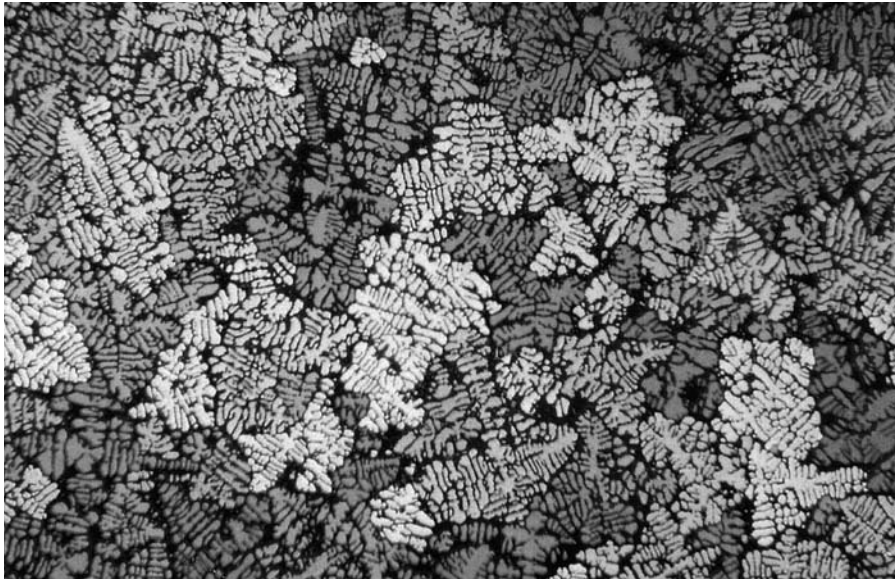


Abb. 5 oben: Anticorodal-70, Aluminium-Körner vor der Kornfeinung
 Abb. 5 unten: Anticorodal-70, Aluminium-Körner nach der Kornfeinung

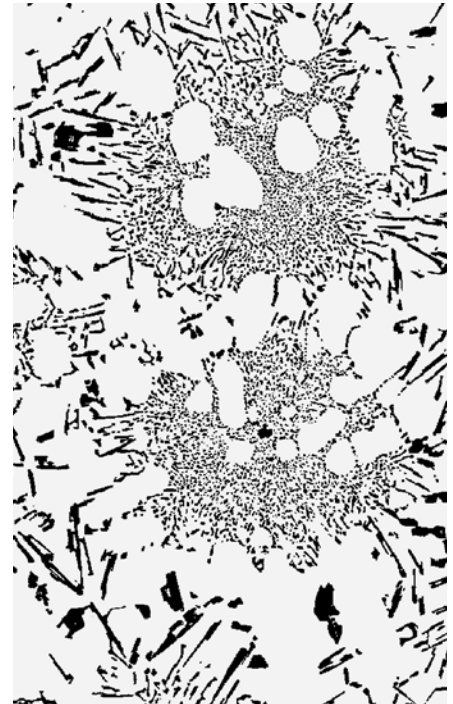


Abb. 6: Silafont-30, eutektische AlSi-Körner

Die Feinung des Primärsiliziums in den übereutektischen AlSi-Legierungen soll nicht nur ein kleines pseudo-hexagonales Silizium-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.

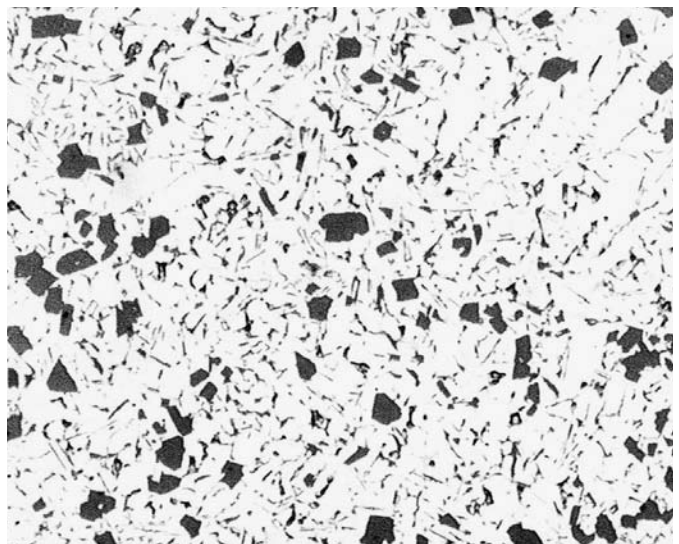
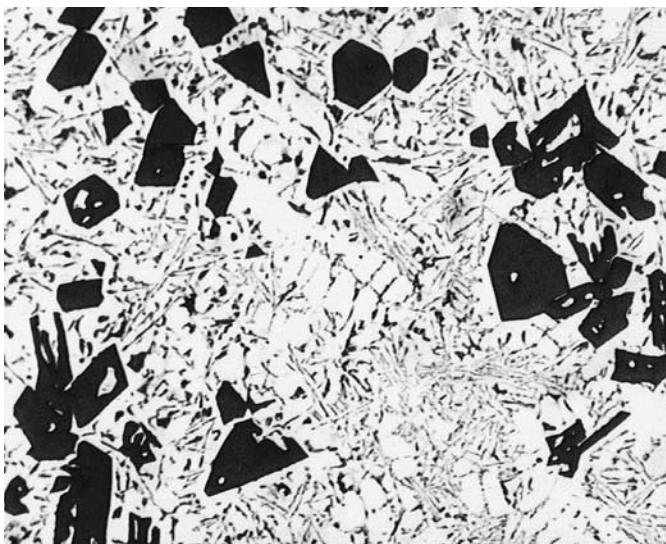


Abb. 7 links: Silafont-90, Kornfeinung von Primärsilizium durch Phosphor vor der Kornfeinung
 Abb. 7 rechts: Silafont-90, Kornfeinung von Primärsilizium durch Phosphor nach der Kornfeinung

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-Keimen aus Vorlegierungen. Die gängigste $AlTiB$ -Vorlegierung enthält 5% Titan und 1% Bor; besonders wirksam für Gusslegierungen ist die Vorlegierung mit 1,7% Titan und 1,7% Bor. Die Titan-Diborid-Keime aus der Vorlegierung sind wesentlich gröber, agglomerieren mit der Zeit in der Schmelze und seigern aus. Die Vorlegierungen werden der Schmelze in Form von Masselplatten, Draht, Formlingen 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.

Das beste Kornfeinungsmittel für Primärsilizium ist Phosphor und wird zugegeben in Form von Phosphor-Kupfer, Aluminium-Ferro-Phosphor, und Schmelzpräparaten, die Phosphor freisetzen.

Kornfeinungsverfahren

Gusslegierungen aus RHEINFELDEN ALLOYS werden zur Arbeiterleichterung für den Gießer bereits während der Herstellung langzeit-korngefeint.

Wie im Kapitel Schmelzprüfung ab Seite 102 beschrieben, soll die Kornfeinungszahl mindestens 9 betragen. Durch Verwendung von Kreislaufmaterial oder nach einer Gasrotor-Reinigung lässt die Keimwirkung in der Schmelze nach und die Kornfeinungszahl muss durch Kornfeinern wieder auf mindestens 9 angehoben werden.

Achtung! Die beste Kornfeinung bei Aluminium-Silizium-Legierungen wird durch Zugabe vor der Veredelung erreicht.

Salz-Kornfeinungstabletten 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, geschlichteter Lochglocke in die Schmelze getaucht. Reagieren die Tabletten zu lebhaft, sind diese Portionsweise zuzusetzen.

Erfolgt die Schmelzebehandlung mittels Rotor, so werden entweder Tabletten mit einem Käfig oder Salzgranulate durch den sich bildenden Strudelsog in die Schmelze eingebracht. In beiden Fällen kann erst bei Tiegeln mit Fassungsvermögen über 350kg so gearbeitet werden. Die Zugabemenge beträgt jeweils 0,1% oder mehr.

Kornfeinungs-Vorlegierungen in Form von Draht und Granalien lassen sich leicht in die Schmelze einrühren. Masselplatten bzw. -abschnitte 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 Kornfeinern des Primärsiliziums werden Phosphor-freisetzende Schmelzpräparate mit der Tauchglocke bei Temperaturen über 780°C in die Schmelze eingebracht. Bei tieferen Temperaturen kann mit den Vorlegierungen Phosphor-Kupfer und Aluminium-Ferro-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 kompliziert und schwierig zu gießende Kokillengussstücke werden oft mit Gießlöffel-Kornfeinung gegossen. In den leeren Gießlöffel wird ein Drahtabschnitt $AlTiB$ -Vorlegierung 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 Schmelzprüfung ab Seite 102 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 zu vergießen und besitzt deshalb eine große Lunkerneigung. 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 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 Lunkerung im Guss vor große Probleme.

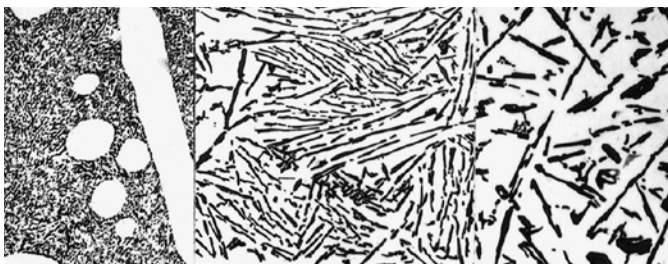


Abb. 1: Gefügemodifikationen des AlSi-Eutektikums: körnig, lamellar, veredelt



Abb. 2: Mittellinienlunker im lamellaren Gussgefüge

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 Abstellenlassen 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.

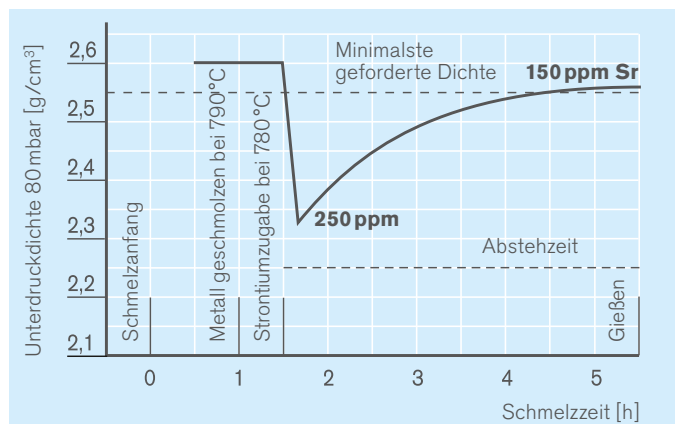


Abb. 3: Schmelzequalität nach der Veredelung

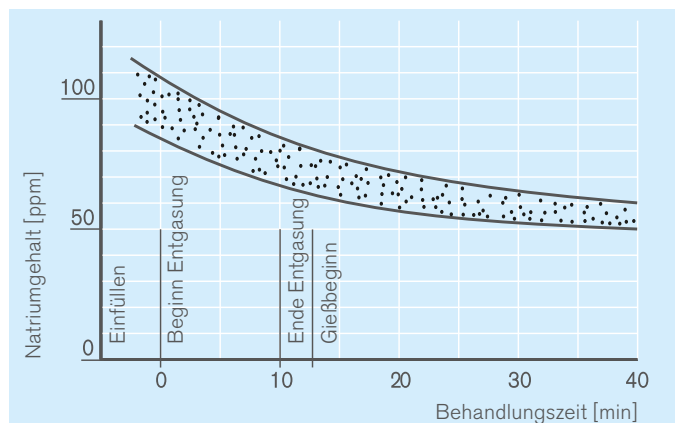


Abb. 4: Natriumgehalte vor und nach der Schmelzeentgasung mittels Rotor bei Silafont-30 AlSi9Mg

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 unveredelten und strontiumveredelten Kokillen- und Sandgussprobestäben der Legierung Anticorodal-70 veranschaulicht.

	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]		Dehnung A [%]	
	Sand	Kokille	Sand	Kokille
körnig	85	195	12,5	62
veredelt	104	201	10,3	63

Die Zugfestigkeit und besonders die Dehnung im Gussstück werden 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 T6-wärmebehandelter Anticorodal-70 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.

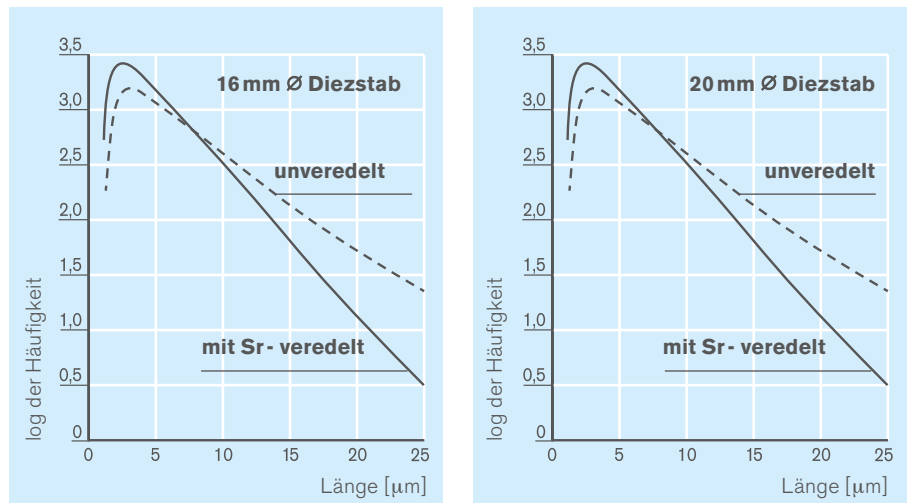


Abb. 5: Länge der Silizium- und intermetallischen Teilchen im unveredeltem und strontiumveredeltem Anticorodal-70, AlSi7Mg0,3

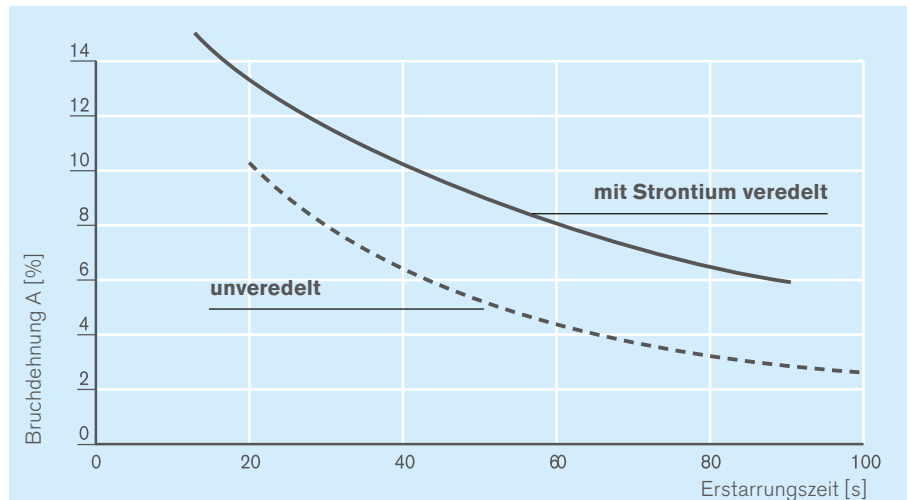


Abb. 6: Abhängigkeit der Bruchdehnung von der Erstarrungszeit bei Anticorodal-70 T6, unveredelt und strontiumveredelt

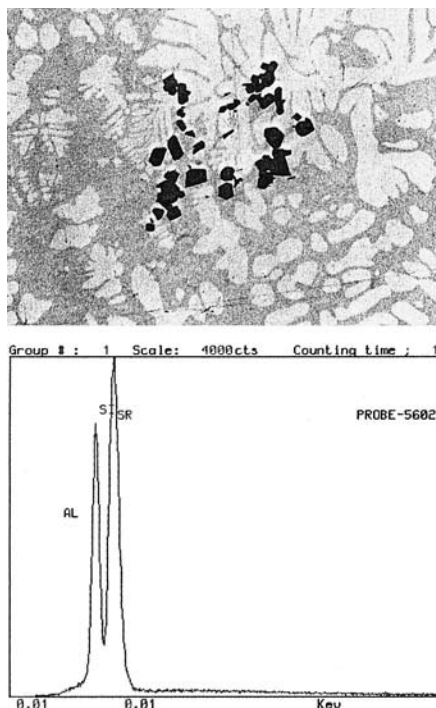


Abb.8: Intermetallische SrSi-Phasen im AlSi-Gussgefüge

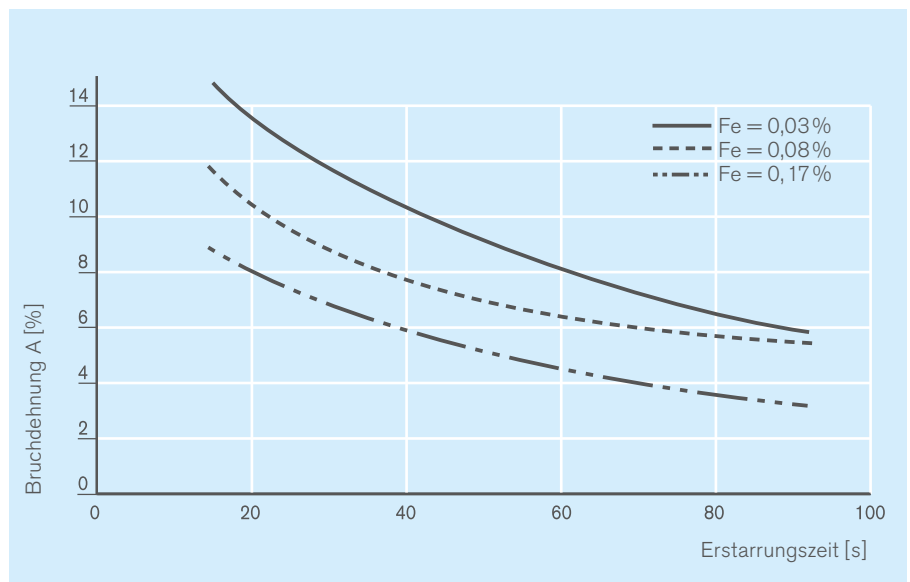


Abb. 7: Abhängigkeit der Dehnung vom Eisengehalt bei Anticorodal-70 dv T6

Veredelungsmittel

Das klassische Veredelungsmittel ist Natrium, das der Schmelze entweder metallisch oder durch Natriumabgebende Salze als Granulat oder 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.

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 oder gebrochen zu Granulat, 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.

Neu sind Salzgemisch-Granulate, die ohne Staubbelastung der Umgebung auf die Schmelzeoberfläche, insbesondere im Strudelsog beim Rotorbehandeln, eingebracht werden.

Die Veredelung mit Strontium, auch Dauerveredelung genannt, hat Vorteile durch den höheren Schmelz- und Verdampfungspunkt gegenüber Natrium (Tab. 2 auf Seite 96). 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 Aluminiums und Strontiums. Diese sind hochschmelzend und liegen als eigenständige spröde Phase in der weichen Matrix des Gussgefüges vor (Abb. 8). Die 3%ige Vorlegierung gewährleistet das beste Einbringen des Strontiums, das veredelnd wirkt. SrAl-Vorlegierung 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 Sand- und Druckguss. Beim Sandguss soll der Wassergehalt des Bentonit-gebundenen Formsandens nicht mehr als 3% betragen, da eine höhere Wasserstoff-

aufnahme durch Strontium-veredelte Legierungen erfolgt. Hier zeigen die unterschiedlichen Bentonite auch verschiedene Wasserdampfentwicklungen beim Einströmen der Schmelze. Auch dürfen die Sr-Gehalte hier 250 ppm nicht übersteigen.

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 Strontiumveredelung 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 30 Minuten erheblich und nach 2 Stunden gänzlich 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 500-g-Block pro m² Badfläche.

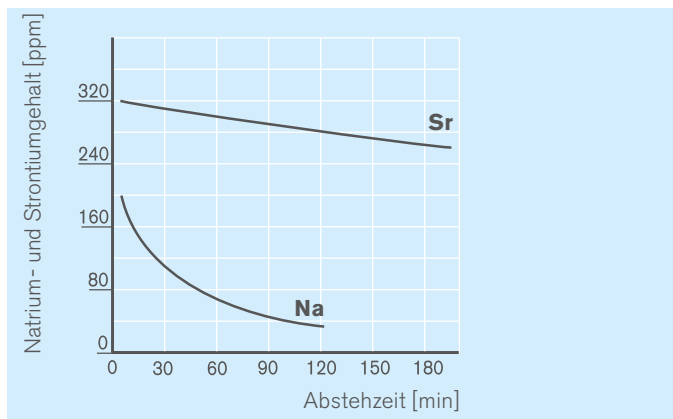


Abb. 9: Natrium- und Strontium-Abbrand in Silafont-13

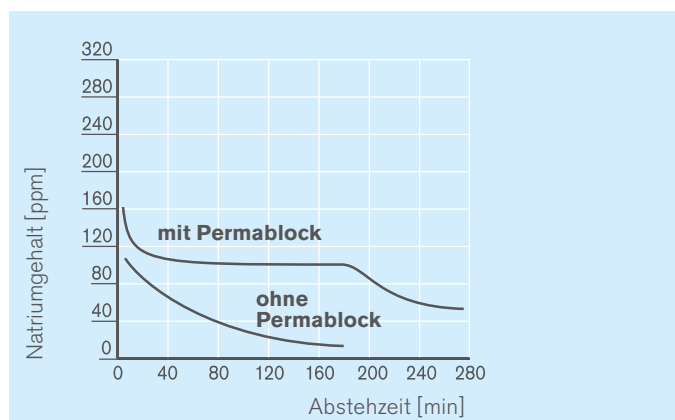


Abb. 10: Kompensation des Natrium-Abbrandes durch einen Permablock

Veredelungsverfahren

RHEINFELDEN ALLOYS 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. Bei vorveredelter Schmelze genügen Na-Gehalt von mehr als 20 ppm für die Modifikation bei Kokillenguss.

Wie im Kapitel Schmelzprüfung ab Seite 103 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, vakuumverpacktes Natrium kann 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, geschlichteten 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 0,01–0,04%; 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 achtschreibenden 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 geschlichteter Lochglocke in die Schmelze getaucht. Um örtliche Überveredelung in der Schmelze

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

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

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, so werden die Tabletten mittels Käfig oder das Granulat durch den Strudelsog 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; der Impeller mit Strudelbildung benötigt etwas leerere Tiegel. 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. Die Zugabemengen beim Granulat liegen bei 0,1–0,3%.

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 92 angegeben. Wichtig ist zu wissen, dass mit Strontiumgehalt in der Vorlegierung von über 10% 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.

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

Tab. 3: Eutektische Temperaturen

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 Veredlungsmittel 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 Gasaufnahme und hohe Lunkenneigung 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 neu gebildete intermetallische Natrium-haltige Phase befindet (Abb.12).

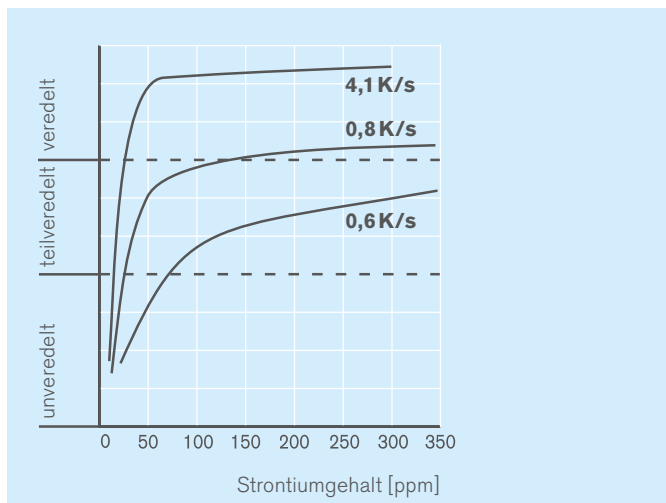


Abb. 11: Notwendige Strontiumgehalte zum Erreichen der Veredelungsgrade bei unterschiedlich schnell erstarrten Gussstücken aus Anticorodal-70

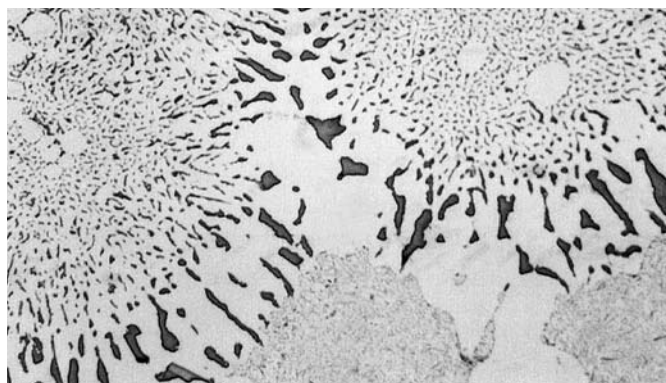


Abb. 12: Überveredelungsadern in AlSi12

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 werden in dem Kapitel Schmelze-Prüfung ab Seite 103 abgehandelt.

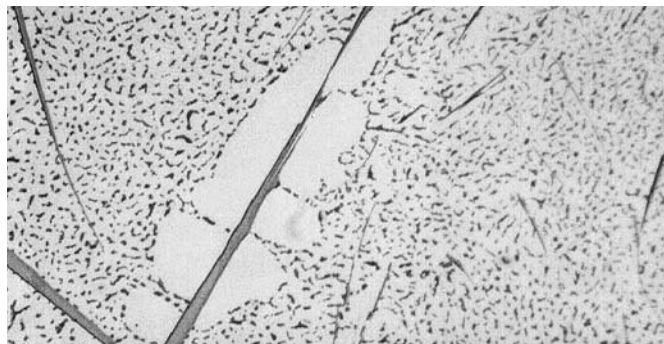


Abb. 13: Ansammlung von eisenhaltigen, intermetallischen, plattenartigen Phasen in überveredeltem AlSi12

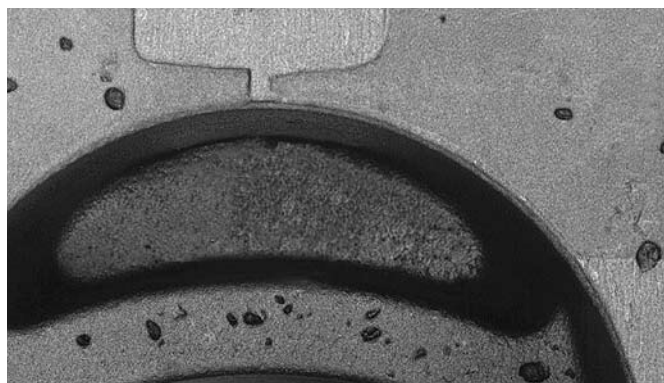


Abb. 14: Gussporen, freigelegt durch Oberflächenstrahlen des Gussstückes

Ursachen schlechter Schmelzequalität, die zu Gussfehlern führen

Unsachgemäßer Umgang bei der Schmelzeherstellung und dem Schmelzetransport vermindern die Schmelzequalität. Oft haben Gussstück-Fehler, wie Oxideinschlüsse, Gasporosität, Schwindungsporosität und Makrolunker, hier ihre Ursache.

Fehlerquellen sind:

1. Zu langsames Einschmelzen
2. Nachsetzen von kaltem Metall
3. Berührung der Flamme mit dünnwandigem Kreislaufmaterial
4. Hohe Schmelzetemperatur
5. Nicht geeignete Ofenwartung
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 aufrechterhalten. Die hierbei entstehenden Oxide des Aluminiums und der Legierungselemente können sich nicht sauber vom bereits Geschmolzenen trennen, bleiben vorwiegend in der Schmelze und bilden darin geschlossene Oxidhautkokons (Abb. 1). Der Abbrand steigt dabei hoch. Der teigige Zustand sollte deshalb verhindert werden. Bei überfüllten Öfen, bei denen der Einsatz nicht an die Schmelz-

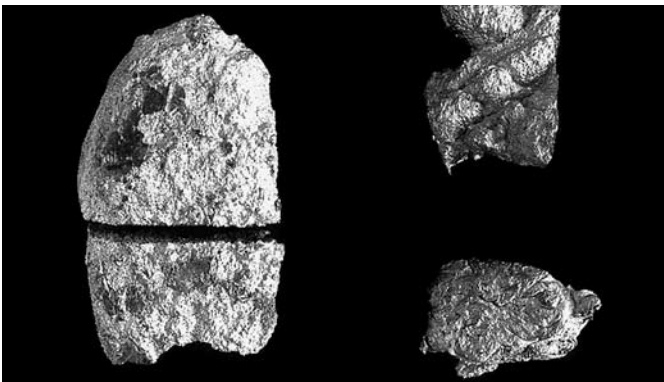


Abb. 1: Oxidhautkokons

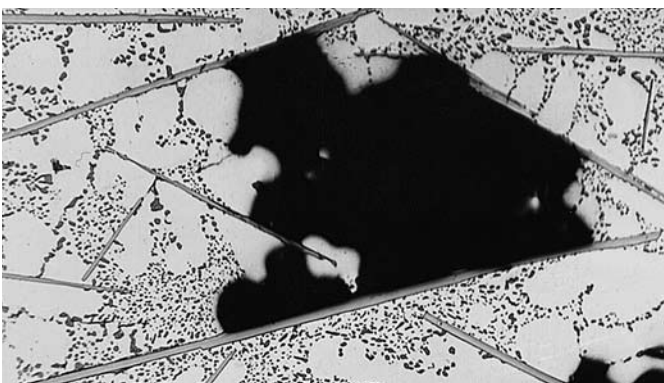


Abb. 2: Ausgeseigerte AlFeSi-Platten

kapazität angepasst ist, hält die teigig-breiege Phase relativ lange an. Dies gilt auch bei elektrisch widerstandsbeheizten Gießöfen, die nur als Warmhalteöfen ausgelegt sind.

Zudem können in Abhängigkeit vom „Seigerfaktor“ der Legierung plattenförmige, eisenhaltige Kristalle entstehen, die das homogene Gussgefüge unterbrechen (Abb. 2). Sie stören den Kraftlinienfluss im Gussgefüge. Die Kraftlinien werden an den Plattenrändern umgelenkt und bilden Spannungsspitzen, die die Dehnung erheblich herabsetzen und bei dynamischer Beanspruchung des Gussstückes zu frühen Mikrorissen führen. Die eisenhaltigen Mischkristallplatten behindern zudem die innere Speisung im Gussstück.

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 bei Legierungen mit höherem Fe-Gehalt zerklüftete bis kompakte, hexagonale AlMnFeSi-Kristalle mit der Größe 10–100 µm. Die Mikrohärtigkeit dieser Kristalle beträgt 200–750 (Abb. 3), bei den kompakten sogar darüber.

3. Kleinstückiges, schiefriges Kreislaufmaterial oxidiert lebhaft, wenn es mit der Schmelzflamme in Berührung kommt. Die dabei entstehenden Oxidhäute ballen sich knäuelartig zusammen (Abb. 4). Oxide in dieser geschlossenen Form verbleiben hartnäckig innig verbunden mit der Schmelze. Erst wenn es gelingt, die Oxidhaut durch Zugabe von Schmelzhilfssalzen aufzureißen, kann die Schmelze von den Oxiden gereinigt werden. Die Salze werden umweltgerecht zugegeben in Form von feinem, besser grobem Granulat. Wo es nicht möglich ist, Bearbeitungsspäne oder Druckguss-Flitteranteile mit geeigneten Öfen einzuschmelzen, sollten diese an ein Umschmelzwerk abgegeben werden.

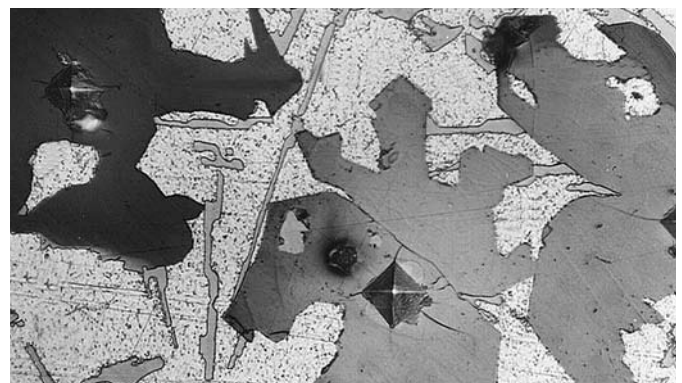


Abb. 3: Kompakte AlMnFeSi-Ausscheidungen

4. Temperaturen über 800 °C schädigen merklich die Aluminiumschmelze. Wasserstoffaufnahme und Oxidbildung nehmen bei hohen Temperaturen rasch zu, besonders bei hoher Luftfeuchtigkeit in der Umgebung des Schmelzofens oder Transporttiegels. Durch den Wasserstoff-Löslichkeitssprung beim Übergang vom flüssigen zum festen Zustand bilden sich im Guss unerwünschte Gasblasen, bevorzugt an den als Keime wirksamen Oxiden (Abb. 2 im Kapitel Reinigung). Gefäße und Werkzeuge in direktem Kontakt mit der Schmelze müssen separat möglichst auf Schmelztemperatur angewärmt werden. Verzögerungen im Schmelztransport und bei der Behandlung sind zu vermeiden. Bei Verwendung geschlichteter Werkzeuge und Isolierungen, auch beim Umfüllen, wird es nicht erforderlich, die Schmelze so hoch zu erhitzen. Zudem sinkt so die Reaktionsfreudigkeit mit feuerfesten Materialien.

5. Nicht für Aluminiumschmelze geeignete feuerfeste Auskleidungen der Öfen reagieren mit der Schmelze. Die Reaktionsprodukte verunreinigen die Schmelze (Abb. 5); es kommt zum Verzerren des Ofenfutters. Bei der Wahl der Feuerfestmassen ist das amphotere Verhalten des Aluminiums zu berücksichtigen. Hier haben sich Materialien mit einem Al_2O_3 -Gehalt von über 85% bewährt. Speziell für den Kontakt mit AlMgSi-Schmelzen sind außerdem besonders dichte Feuerfestmassen zu bevorzugen, da dann kaum eine Infiltration stattfindet.

6. Nicht sauber gehaltene Öfen geben Oxiden die Möglichkeit zum Kristallisieren (Abb. 6) und es bilden sich Ablagerungen z.B. aus Korund (Al_2O_3), Periklas (MgO), Spinell (MgAl_2O_4), Oxidhydrat (OAlOH), Zirkoniumoxid (ZrO_2) oder Quarz (SiO_2). Schmelztemperaturen von 700 °C im Ofen mit normalem Luftzutritt führen nach 25 h zur Korundkeim-Bildung, bei 800 °C geschieht dies bereits nach 7 h. Erst durch noch kürzere Reinigungsintervalle werden diese harten Einschlüsse vermieden.

7. Um Reaktionen der Schmelz- und Warmhaltetiegel mit Aluminiumschmelze auszuschließen, empfiehlt es sich, diese vor dem Gebrauch mehrere Stunden bei 800 °C zu glühen. Das gilt für

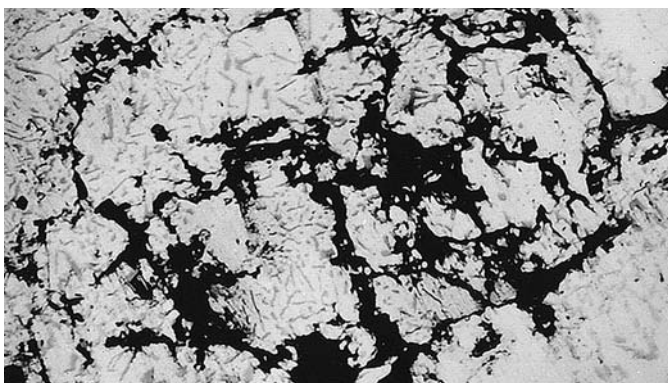


Abb. 4: Zusammengeballte Oxidhäute, Oxidknäuel

Ton-Graphit-Tiegel und für Silizium-Karbid-Tiegel gleichermaßen. Die bei unsachgemäßer Handhabung entstehenden Reaktionsprodukte in der Schmelze führen zu sogenannten „Schwarzen Einschlüssen“ im Gussgefüge.

8. Zu lebhaftes Badbewegung beim Entgasen der Schmelze muss vermieden werden. Die aufsteigenden Blasen des Reinigungsgases dürfen nicht die oxidreiche 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 90 und Veredelung ab Seite 92 berichtet wird.

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. Wie unsachgemäßes Umschütten oder Überführen die Qualität der Schmelze verschlechtert, belegt die Unterdruck-Dichteprobe (Abb. 1 im Kapitel Schmelzeprüfung). 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 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 Rohrsystems zum Umfüllen, stieg die Schmelzequalität in der Pfanne an; die Dichte betrug nun $2,55 \text{ g/cm}^3$.

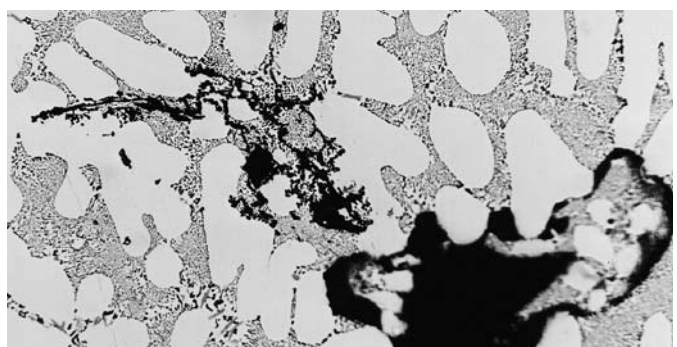


Abb. 5: Reaktionsblase mit Oxidhautnest

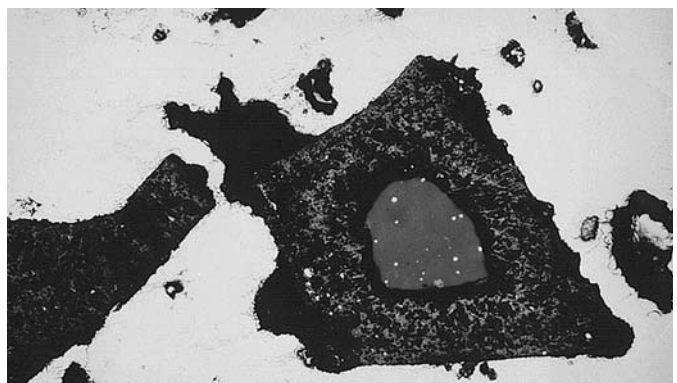
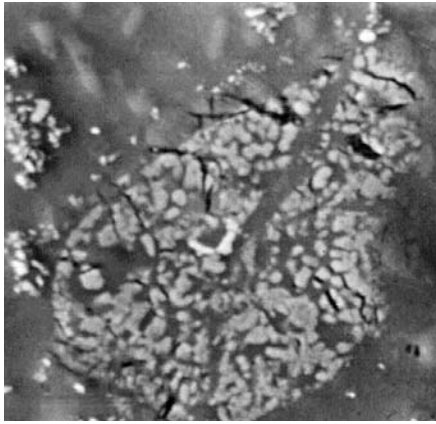


Abb. 6: Kristallisierte Oxide

Reinigung von Aluminium-Gusslegierungsschmelzen



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 98: Ursachen von schlechten Schmelzequalitäten, die zu Gussfehlern führen.

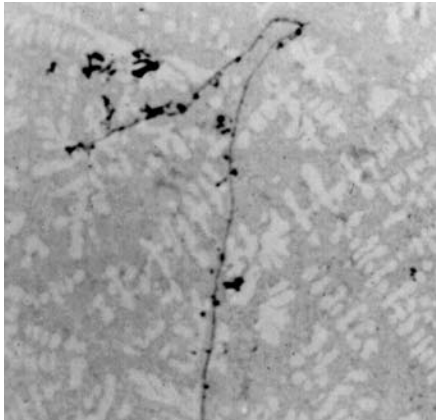
Drei Arten von Oxiden sind zu unterscheiden (Abb. 1): kompaktes Oxid, flockiges Oxid, Oxidhäute. Kompakte und flockige Oxide lassen sich relativ leicht aus der Aluminiumschmelze entfernen; Oxidhäute dagegen nicht. Sie sind erst am Mikroschliff erkennbare Feinstoxide und schweben in unterschiedlicher Größe in der Schmelze.



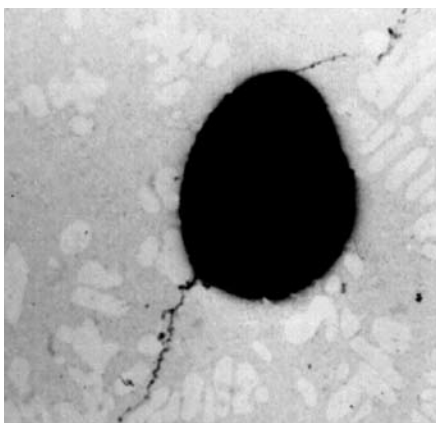
Wasserstoff kommt in Aluminium-Gusslegierungsschmelzen in zwei Formen vor: als in der Schmelze atomar gelöster Wasserstoff und als molekular ausgeschiedenes Gas, meist vergesellschaftet mit Feinstoxiden (Abb. 2).

Schmelzereinigungsverfahren

Groboxide lassen sich im Allgemeinen leichter aus der Schmelze entfernen und zwar mechanisch filternd und spügend. Zur Schmelzereinigung kommen bei Einzelanwendung aus Salzgemisch gepresste Spülgastabletten zur Anwendung. Diese werden mit einer trockenen, geschlichteten Lochglocke auf den Boden des Tiegels gebracht. Sie setzen Stickstoff in atomarem Zustand frei und wirken naturgemäß rauch- und geruchlos. Aus 1 kg Tabletten sind bei Schmelzetemperaturen um 720 °C zwischen 150 und 350 l Stickstoff zu erwarten.



Der Keramikfilter hat sich bewährt vor allen Dingen in Druckgießereien, die ihren eigenen Kreislauf umschmelzen. Der Filter hält alle Oxidarten (Abb. 3) und damit auch den größten Teil des Wasserstoffes zurück. 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 20t Schmelze gereinigt werden. Die gleichen Keramikfilter in kleineren Abmessungen verwendet der Gießer im Anschnittsystem beim Sand- und Kokillenguss.



Der molekular ausgeschiedene Wasserstoff verbleibt hartnäckig in der Schmelze, wenn er an Feinstoxiden angelagert ist. Die Entfernung dieses Wasserstoffes bedeutet restloses Entfernen von Feinstoxiden. Schmelzebehandlungstabletten mit oxidbindenden Salzen kommen hierfür zum Einsatz.

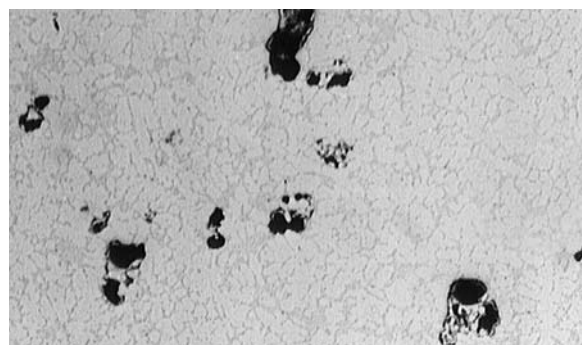


Abb. 1: Verschiedene Oxidarten (von oben):
Kompaktes Oxid;
flockenartiges Oxid;
Oxidhaut;
Oxidhaut mit Gasblase

Abb. 2: Ansammlung von Oxidhäuten mit eingeschlossenen Gasblasen

Die Schmelzereinigung mit der Spüllanze kann mit inerten Gasen, wie Argon, Stickstoff, oder bei entsprechender Abgasreinigung mit reaktiven Gasen, wie Chlor, durchgeführt werden. Hier werden auch Gasgemische inerter und reaktiver Gase verwendet. Wichtig ist es, die Gase in fein verteilter 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 Wasserstoff sehr schnell aus der Schmelze entweicht. Der geringe Druck an der Badoberfläche ist in der Schmelze wegen des metallostatistischen 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 Verbindung kommt. Hierbei wird ebenfalls ein Teil der Feinstoxide ausgetragen. Die Unterdruckeinrichtungen sind öfters beheizt, weil die Schmelzbehandlung 5–30 Minuten dauern kann.

Auch durch die inerten Gase Argon oder Stickstoff wird gelöster Wasserstoff durch die Partialdrucksenkung auf physikalischem Weg aus der Schmelze entfernt. Heute ist die kombinierte Oxid- und Wasserstoffentfernung aus Schmelzen durch Gasrotoren die wirkungsvollste, umweltgerechteste und schnellste Methode. Hierbei leitet ein an die Tiegelgröße angepasster Rotor aus Graphit die inerten Gase möglichst tief in den vollen Schmelztiegel ein, der Rotor zerreibt durch hohe Rotation den Gasstrom und verteilt gleichzeitig die aufsteigenden Gasblasen über die Tiegelbreite.

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 Argon oder Stickstoff verwendet wird, muss auf die wasserfreie Variante (Qualität 5.3) geachtet werden. Durch Rotor- und Gasqualität wird die erreichbare Reinigung der Schmelze in weiten Grenzen beeinflusst. Hier lassen sich verkürzte Behandlungszeiten erreichen, so dass eine Tiegelbeheizung nicht nötig wird. Auch eine Schmelzereinigung im Durchlaufverfahren ist mit dem Rotor möglich (Abb. 4).

Kokillengießler verwenden als Spülgas auch Formiergas, bestehend aus 70% Argon und 30% Wasserstoff, wenn das Gussstück zur Verhinderung von groben Lunkern und Schwindungsporen eine fein verteilte Porosität von Wasserstoff besitzen soll. In die gleiche Richtung wirken auch gezielt eingebrachte nanostrukturierte Oxide, die als intensiv vorliegende Keime die Ausscheidung von feinen Wasserstoff-Gasporen erbringen.

Reinigen von veredelten Schmelzen

Um den Natrium- und Strontiumabbrand in veredelten Schmelzen zu verhindern, ist nur eine kurzzeitige Spülgasbehandlung erlaubt. Gut bewährt haben sich nur Stickstoff abgebende Salztalotten; mit Keramikfiltern lassen sich veredelte Schmelzen ausreichend nur von Oxidgehalten reinigen. Heute wird die in der Praxis beste Reinigung veredelter Schmelzen mit einem gut wirksamen Gasrotor erzielt, siehe Kapitel Veredelung ab Seite 92. Die Unterdruck-Entgasung führt allerdings zu tiefsten Gasgehalten bei veredelten Schmelzen.

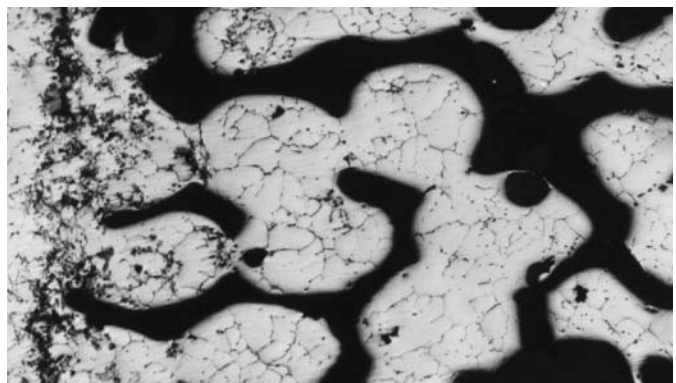


Abb. 3: Schaumkeramikfilter; schwarz = Keramik Durchströmung von links nach rechts

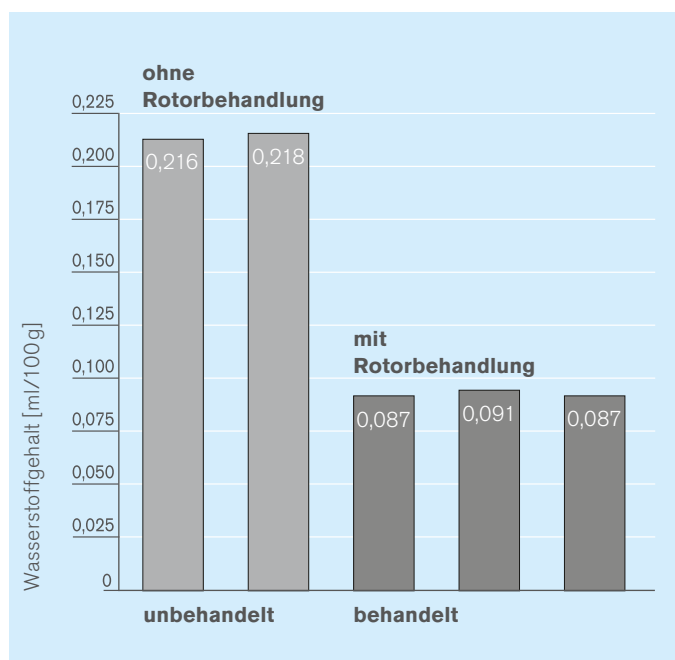


Abb. 4: Wirkung eines Rotors im Durchlaufreinigungsverfahren

Schmelzeprüfung

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 4 Minuten. Parallel dazu erstarrt eine Probe aus gleicher Schmelze 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.

Die unter atmosphärischem Druck erstarrte Probe hat ein wesentlich dichteres Gussgefüge und somit eine höhere Dichte von 2,62 g/cm³. Dagegen besitzt die unter 80 mbar erstarrte Probe ein aufgelockertes, poriges Gefüge und eine geringere Dichte von 2,35 g/cm³. 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.

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. Wie die Schmelzequalität durch die Veredelungsbehandlung gemindert wird, zeigt Abb. 3 auf Seite 92 unter dem Kapitel Veredelung.

Thermoanalyse

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

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 Keimzustand 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 Thermoanalysen-Gerätes als Kornfeinungszahl KF angibt. Abb. 4 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

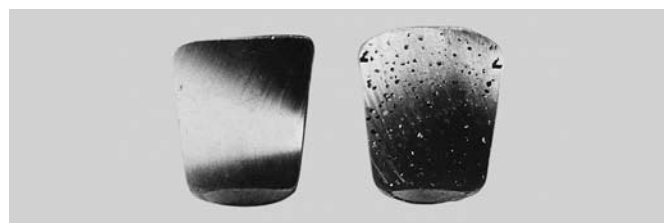


Abb. 1: Aufgeschnittene Proben einer Unterdruckdichte-Prüfung mit Anticorodal-70 dv

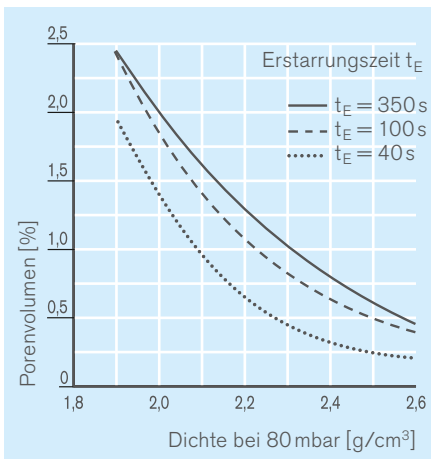


Abb. 2: Abhängigkeit des Porenvolumens in Gussgefüge von der Unterdruckdichte bei 80 mbar

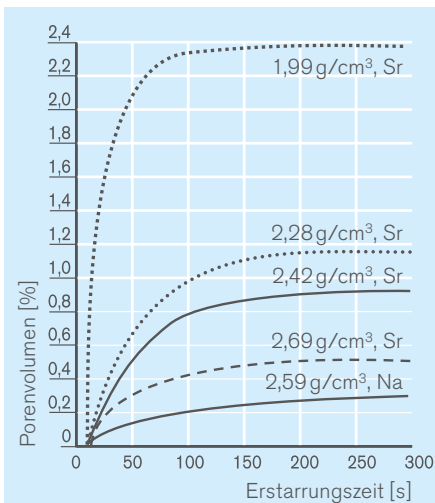


Abb. 3: Abhängigkeit des Porenvolumens im Gussgefüge von der Erstarrungszeit für Schmelzen mit verschiedenen Unterdruckdichten

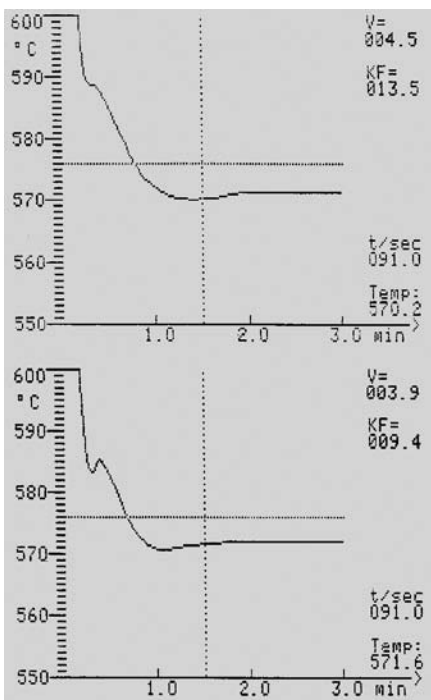


Abb. 4: Ausdrücke der Thermoanalyse

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, das Mikrogefüge und damit die mechanischen Eigenschaften.

Die aufgeführten Kornfeinungszahlen sind Werte des Rechners im Thermoanalysengerät 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 Na-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 Seite 96) 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. Das Auftreten der ersten Blase an der Probenoberfläche wird bei modernen Geräten mittels Kamera erfasst, Druck sowie Temperatur ermittelt und mit Hilfe dieser Werte der Gas- bzw. Wasserstoffgehalt der Schmelze errechnet. Sand- und besonders Kokillengießer stellen mit Hilfe des Aluminium-Schmelzetesters den Wasserstoffwert ein, den das Gussstück für ein gesundes Gussgefüge braucht.

Schmelzprüfung durch Filterdurchfluss

Gusslegierungen können mittels Prüfung der Durchflussmenge oder -zeit durch einen Filter getestet werden. Bei einem groben Filter, wie bei „Qualiflash“ werden dabei nur unzureichend genaue Qualitätsstufen ermittelt. Bei einem feinen Filter und Druckunterstützung auf die Schmelzeoberfläche, wie z.B. bei „PoDFA“, wird auch ein Kornfeinungskeim als Durchfluss störende Verunreinigung erfasst und wird somit nicht der Gießereipraxis gerecht.

Warmaushärtung

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 **Warmaushärtung**, 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.

Warmaushärtung

Das Warmaushärten 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 Löslich-

keit für einen bestimmten Legierungsbestandteil aufweist. Kühlt man von hoher Lösungsglüh-temperatur 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 Warmaushärtung kann, beginnend mit einem auf 4 h verkürztem Lösungsglühen, wiederholt werden. Es besteht bei mehrfacher Wiederholung 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 Glüh-temperatur soll so hoch wie möglich liegen, weil die Löslichkeit und Diffusionsgeschwindigkeit mit höherer Temperatur stark zunimmt. Sie liegt in der Praxis etwa 10–15 °C unterhalb der Anschmelztemperatur niedrig schmelzender Gefügebestandteile. Die Temperatur muss mindestens auf ± 5 °C genau eingehalten werden.

Die Tabelle auf Seite 105 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 Lösungsglüh-temperatur bestimmt. Die Glühzeit wird ab Erreichen der Endtemperatur gerechnet. Die Aufheizdauer bleibt unberücksichtigt.

Legierung	chemische Bezeichnung	Zustand	Lösungsglüh-temperatur °C	Lösungsglüh-dauer h	Abschrecken Wassertemperatur °C	Auslagerungs-temperatur °C	Auslagerungs-dauer h
Anticorodal-04	AlSi0,5Mg	T6	520-530	6-8	20	180-190	6-8
		T7	520-530	6-8	20	220-240	4-6
Anticorodal-50	AlSi5Mg	T6	520-535	4-8	20	155-160	7-9
		T4	520-535	4-8	20	15-30	120
Anticorodal-70	AlSi7Mg0,3	T6	520-545	4-10	20	155-165	6-8
		T64	520-545	4-10	20	150-160	2-3
Anticorodal-78dv	AlSi7Mg0,3	T6	520-545	4-20	20	145-160	2-15
Anticorodal-71	AlSi7Mg0,3	T6	520-545	4-8	20	155-165	6-8
		T7	520-545	4-8	20	200-230	6-8
Anticorodal-72	AlSi7Mg0,6	T6	520-545	4-10	20	155-165	6-8
		T64	520-545	4-10	20	150-160	2-3
Silafont-30	AlSi9Mg	T6	520-535	6-10	20	160-170	6-8
		T5	-	-	Luft	210-230	6-8
Silafont-36	AlSi9MgMn	T6	480-490	2-5	20	155-170	2-6
		T7	480-490	1-5	20	190-230	1-3
		T4	480-490	2-5	20	15-30	120
		T5	-	-	20	155-190	2-5
Silafont-13	AlSi11	O	520-530	6-8	20		
Silafont-20	AlSi11Mg	T6	520-535	6-10	20	130-170	6-8
		T5	-	-	Luft	210-230	5-8
Silafont-70	AlSi12CuNiMg	T6	520-530	5-10	20-80	165-185	5-8
		T5	-	-	Luft	210-220	10-12
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	525-535	8-16	20-50	160-175	6-7
		T64	525-535	8-10	20-50	135-145	6-7
Alufont-60	AlCu5NiCoSbZr	T7	535-545	10-15	80	210-220	12-16
		O	-	-	Luft	345-355	5-10
Thermodur-73	AlSi11Cu2Ni2Mg2Mn	T5			Luft	210-270	10-12

EN	Bezeichnung		frühere Bezeichnung
F	Gusszustand	Gusszustand, Herstellungszustand	
O	geglüht	Weichgeglüht	g
T1	selbstausgehärtet	Kaltausgelagert	rl
T1		Kontrollierte Abkühlung nach dem Guss	
T4	kaltausgehärtet	Lösungsgeglüht, abgeschreckt, kaltausgelagert	ka
T5	stabilisiert	Überaltert ohne Lösungsglühen	st
T5	abgeschreckt warmausgelagert	Warmausgelagert ohne Lösungsglühen	aw
T6	warmausgehärtet	Lösungsgeglüht, abgeschreckt und vollständig warmausgelagert	wa
T64	teilausgehärtet	Lösungsgeglüht, abgeschreckt und nicht vollständig warmausgelagert	ta
		• unteraltert	
T7	überaltert	Lösungsgeglüht, abgeschreckt und überhärtet	ü
		• stabilisierter Zustand	

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.

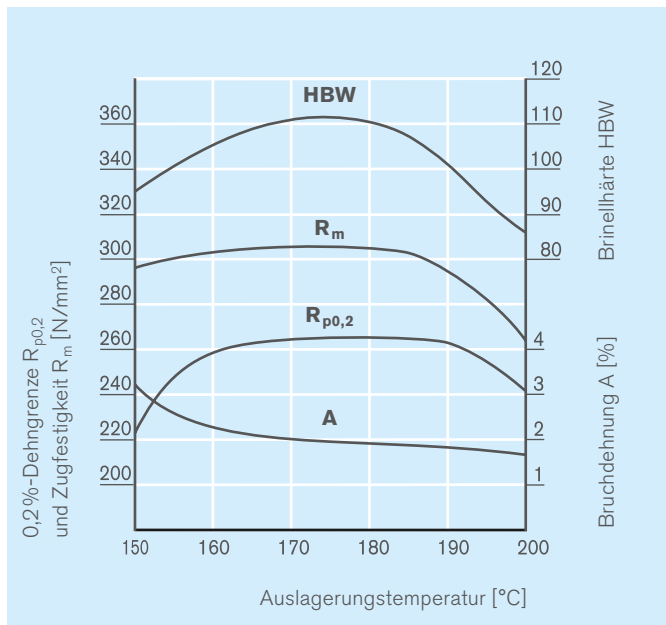


Abb. 1: Einfluss der Warmauslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Silafont-30, AlSi9Mg, Sandguss. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden, Magnesiumgehalt 0,28%

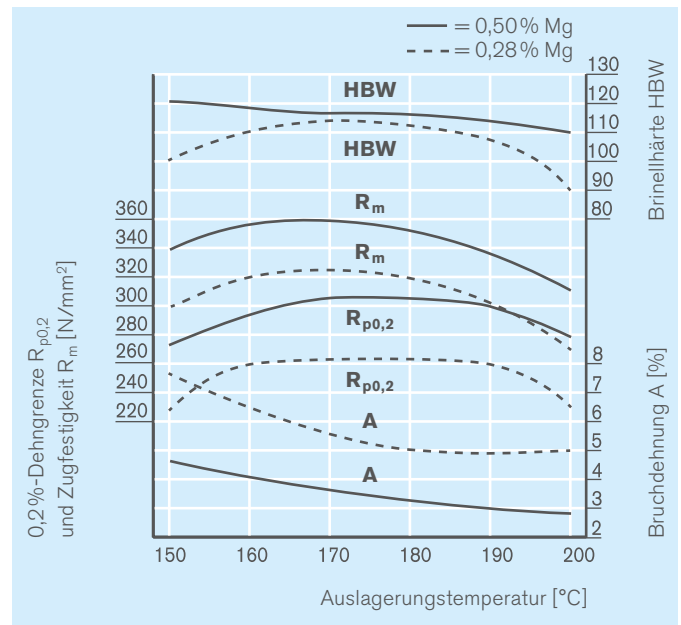


Abb. 2: Einfluss der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Silafont-30 dv, AlSi9Mg, Kokillenguss mit 0,28 und 0,50% Magnesium. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden

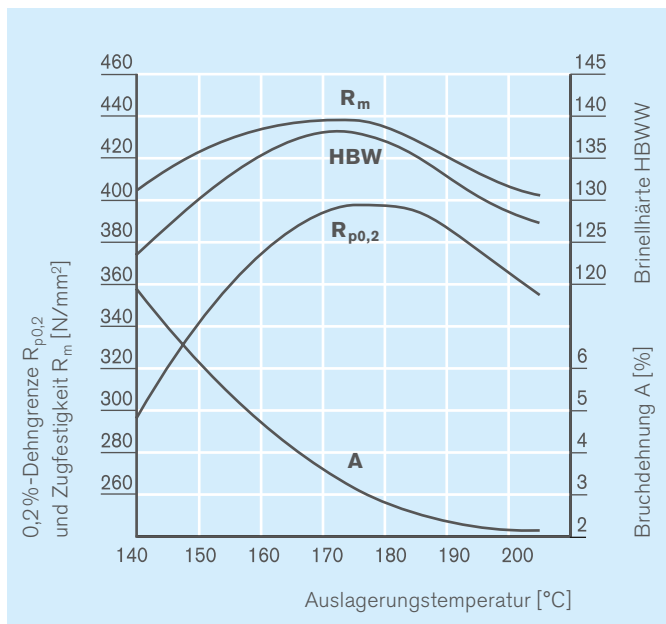


Abb. 3: Einfluss der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Alufont-52, AlCu4Ti, Sandguss. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden

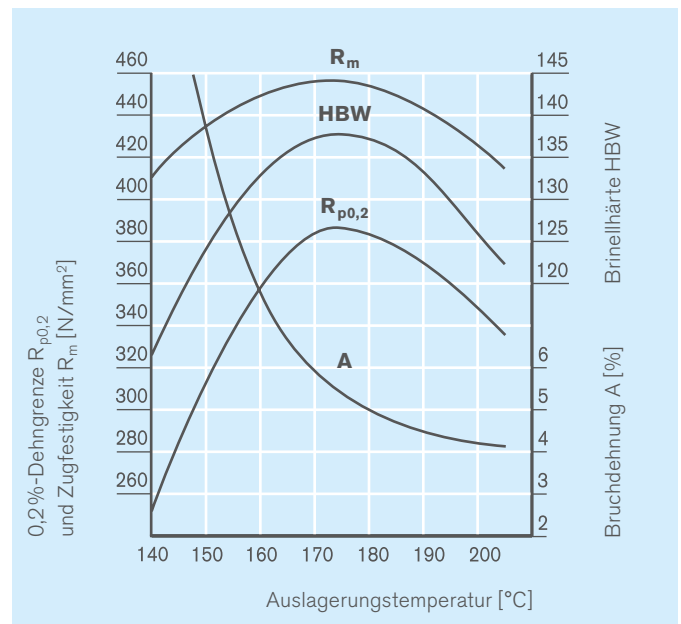


Abb. 4: Einfluss der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Alufont-52, AlCu4Ti, Kokillenguss. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden

Abschrecken

Durch ein schnelles Abschrecken der heißen Gussstücke wird das Wiederausscheiden 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 eventuell nur lokal höherer Wassertemperatur besteht die Gefahr der Dampfblasenbildung in Gussstücktaschen und in der Korbmitte.

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 105.

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, z.B. bei großflächigen Druckgussstücken wird ein

Abschrecken im Luftstrom, ohne oder mit Wassersprühnebel, oder Polymerbad notwendig. Insbesondere die Dehngrenze sinkt hierbei aber stark ab.

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 Auslagerungstemperatur 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, Dehngrenze und Härte nicht die Maximalwerte.

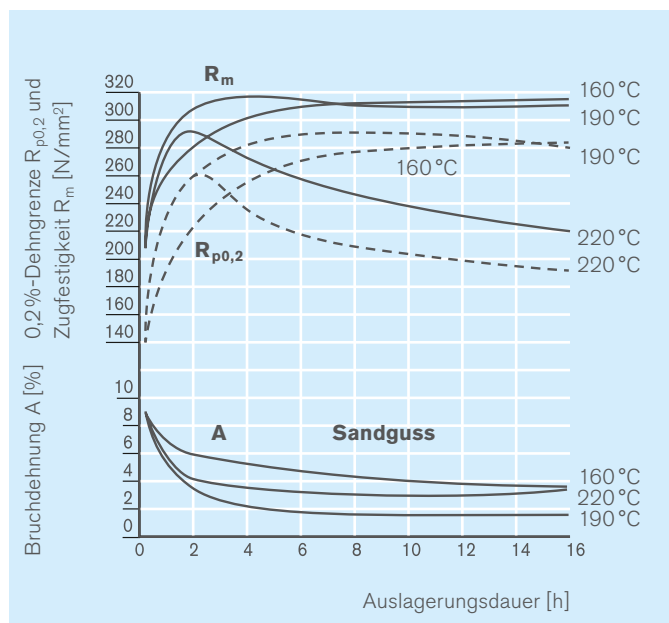


Abb. 5: Festigkeit und Dehnungseigenschaften einer Anticorodal-70, AlSi7Mg0,3 nach dem Lösungsglühen abgeschreckt. Warmausgehärtet bei verschiedenen Temperaturen über verschieden lange Zeiten

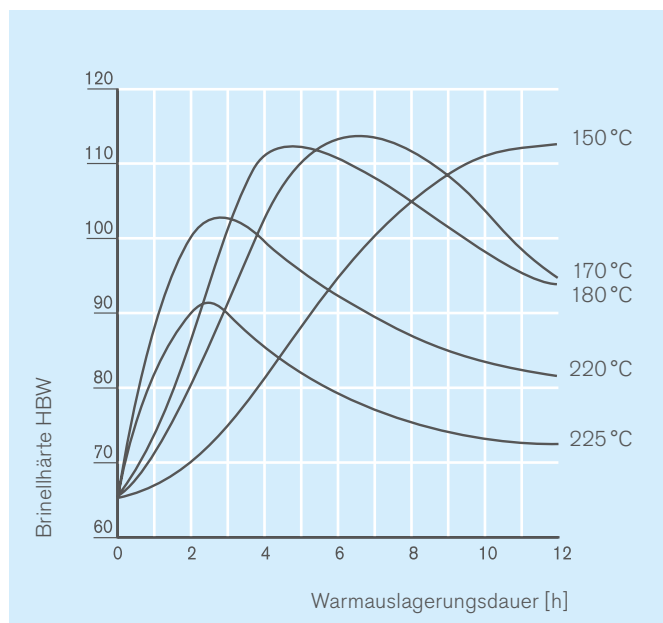


Abb. 6: Härteverlauf einer Silafont-30, AlSi9Mg, Kokillenguss. Warmaushärtung bei verschiedenen Temperaturen über verschieden lange Zeiten nach Lösungsglühen und Abschrecken

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.

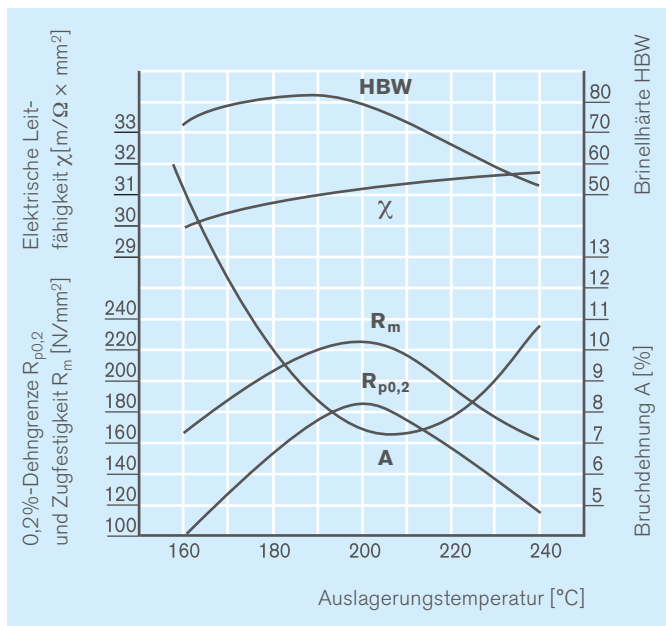


Abb. 7: Einfluss der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Anticorodal-04, AlSi0,5Mg. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden

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.

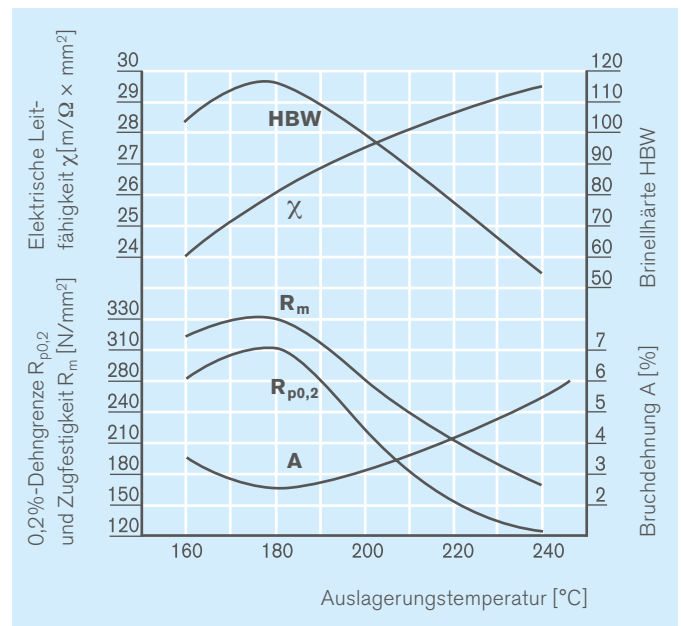


Abb. 8: Einfluss der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Anticorodal-71, AlSiMg0,3. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden

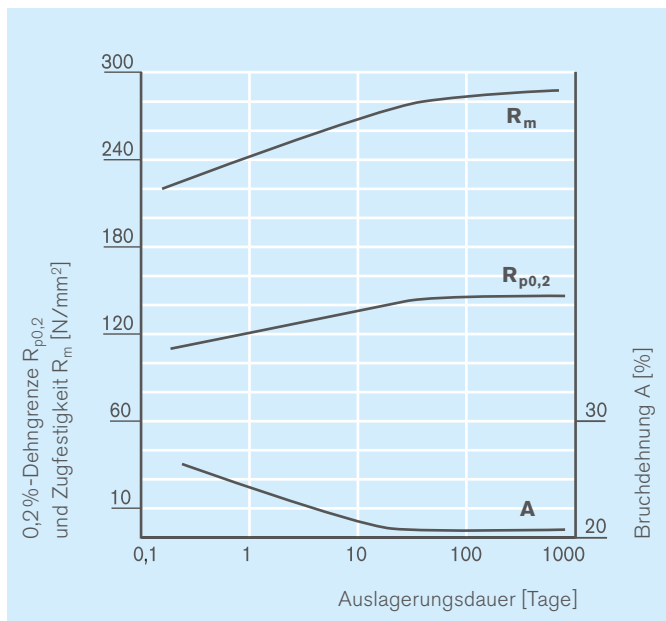


Abb.10: Mechanische Eigenschaften an französischen Kokillenguss-Zugprobtestäben aus der selbstaushärtenden Legierung Castadur-30, AlZn3Mg3Cr in Tagen nach dem Abguss

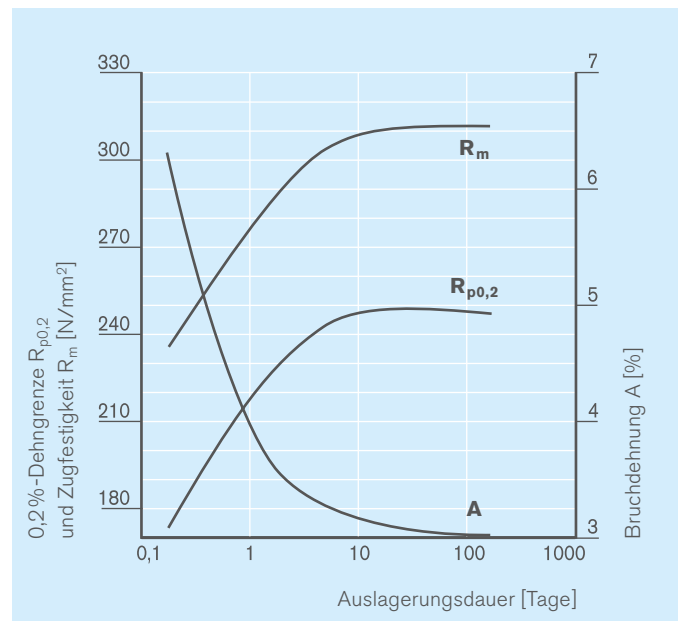


Abb.10: Mechanische Eigenschaften an Kokillenguss-Zugprobtestäben mit 16mm Ø aus der selbstaushärtenden Legierung Unifont-90, AlZn10Si8Mg in Tagen nach dem Abguss

Die naheutektische Legierung Silafont-13 wird bei 520–530 °C etwa 6–8 Stunden gegläht, 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 gegläht werden. Diese Glühbehandlung 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 entstandenen Schrumpfspannungen bei weitaus kürzeren Zeiten gegläht.

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. Dabei muss die Temperatur des Gussstückes über 350 °C beim Eintauchen betragen. In der Praxis ist mit großen Streuungen in den unterschiedlichen Wanddicken des Gussstückes 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, bei geringerer Festigkeit (Abb. 7 und 8).

Selbstaushärtung (T1)

Mit besonderen, hoch zinkhaltigen Legierungen wie Unifont-90 und Unifont-94, Castadur-50, AlZn5Mg oder Castadur-30, AlZn3Mg3 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 meistens nach 8 Tagen abgeschlossen. Selbstaushärtende Legierungen werden zur Einsparung der Wärmebehandlungskosten oder aus technischen Gründen bei z. B. geringer notwendiger Verzug oder außerordentliche Größe des Gussstückes, eingesetzt.

Wärmebehandlung bei Druckgussstücken

Auch bei der Druckgusslegierung Silafont-36, AlSi9MgMn können durch eine Wärmebehandlung die mechanischen Eigenschaften in weiten Grenzen gezielt verbessert werden (Abb.1). Anders aber als bei Sand- und Kokillengussstücken bestimmt hier das Druckgussverfahren die mögliche Art des Wärmebehandlungs-Verfahrens. Dabei ist es entscheidend, ob ein Lösungsglühen überhaupt durchgeführt werden kann. Ist ein Lösungsglühen auf Grund der Anforderungen notwendig, so müssen Druckgussstücke unter besonderen Fertigungsbedingungen, wie Zwangsentlüftung der Form, kontrollierter Trennmittelauftrag und kontrollierter Metallfluss, hergestellt werden. Gas- oder Luftporen in Oberflächenbereichen konventionell gegossener Gussstücke führen zur Bildung von Blasen (Blister) auf der Gussoberfläche.

Auch ist gerade bei großflächigen Druckgussstücken zu beachten, dass sich die Gussstücke verziehen, wenn nicht auf richtige Lagerung im Glühofen und geeignete Technik beim Eintauchen ins Wasserbad geachtet wird.

Wärmebehandlungen ohne Lösungsglühen Glühen (O)

Diese Wärmebehandlung bei 380 °C / 30–60 min führt zu Spannungsabbau im rasch erstarrten Druckguss-Gefüge und somit zu höherer Dehnung. Diese höhere Verformbarkeit ermöglicht Nieten und Bördeln der angegossenen Konstruktionselemente auch bei Silafont-36 mit höherem Magnesium-Gehalt.

Warmauslagern (T5)

Mit dieser vereinfachten Wärmebehandlung kann, ohne Gefahr des Gussstückverzuges, in geringem Umfang eine Steigerung der Dehngrenze erreicht werden. Auch ist das Risiko wesentlich geringer, dass beim Abschrecken der Gussstücke Verzug und damit ein nachträglicher Richtaufwand auftritt als bei einer Wärmebehandlung mit Lösungsglühen.

Die Gussstücke werden nach dem Entformen sofort im Wasserbad abgeschreckt und warmausgelagert. Entscheidend für die Wirksamkeit der Warmauslagerung ist die Temperatur im Gussstück beim Entnehmen aus der Form, genauer beim Eintauchen ins Wasser. Je höher diese Temperatur (um 400 °C) liegt, desto höher ist das Aushärtungspotential beim Warmauslagern. Zur weiteren Steigerung der erreichbaren Dehngrenze wird hier eine Zwischenlagerung von über 10h angewandt, bevor die Auslagerung bei 190 °C / 120 Minuten erfolgt.

Wärmebehandlungen mit Lösungsglühen

Durch die feinkörnige Erstarrung von Druckgussstücken kann die Lösungsglühen mit gutem Erfolg bei kürzerer Zeit und niedrigerer

Temperatur (480–490 °C) als bei Kokillengussstücken erfolgen. Werkstoffkundlich lassen sich bei Silafont-36 auch Temperaturen von 520–535 °C anwenden.

Kaltauslagern (T4)

Das Kaltauslagern führt innerhalb der verschiedenen Wärmebehandlungsmöglichkeiten zu Gussstücken mit höchster Dehnung. Die Gussstücke werden dabei lösungsgeglüht, abgeschreckt und mehr als 6 Tage bei Raumtemperatur kaltausgelagert. Zuerst wird das Gussstück bei der Lösungsglühtemperatur 490 °C über 3h hinweg gehalten, so dass die im Mischkristall löslichen Elemente in diesen diffundieren können. Gleichzeitig wird das eutektische Silizium eingeformt und so die höchste Dehnung ermöglicht. Durch das anschließende Abschrecken in Wasser wird eine Ausscheidung der gelösten Elemente verhindert, sie verbleiben weitgehend in der Mischkristallmatrix und führen bei der Kaltaushärtung nur zu einem geringen Festigkeitsanstieg.

Warmauslagern (T6)

Die Wärmebehandlung nach T6 umfasst eine volle Wärmebehandlung mit Lösungsglühen (490 °C / 180 Minuten), Abschrecken in Wasser und einer anschließender Warmauslagerung. Wegen der hohen Temperatur beim Lösungsglühen besteht das Risiko der Bildung von Oberflächendefekten durch sich ausdehnende, vorher eingeschlossene Gasporen. Auch müssen Maßnahmen ergriffen werden, um ungewollten Verzug beim Wasserabschrecken der Gussstücke zu vermeiden. Nur die Vollaushärtung 170 °C / 5–7 h führt zu höchster Festigkeit der Legierung. Die Dehnung verändert sich dabei zu niedrigeren Werten als im Gusszustand. Dabei sollte eine Silafont-36 mit einem Magnesium-Gehalt nicht unter 0,25% eingesetzt werden.

Überaltern (T7)

Ausgehend vom vollaushärtetem Zustand T6 führen längere Auslagerungszeiten oder hierbei angewandte höhere Temperaturen (235 °C / 90 Minuten), zum überalterten Zustand T7. Ziel ist ein wärmostabiles Gussgefüge, mit einer sehr guten Dehnung bei höheren Festigkeiten als im Zustand T4. Silafont-36 mit einem Mg-Gehalt unter 0,20% erbringt hier die höchste Dehnung.

Luftabschrecken nach Lösungsglühen

Um den Verzug der Druckgussstücke zu minimieren, wird aus der Lösungsglühenbehandlung auch ein Abschrecken mit Luft anstatt mit Wasser durchgeführt. Nur mit einem Magnesium-Gehalt über 0,30% kann dabei eine Dehngrenze von über 120 MPa erreicht werden, wenn anschließend 2h bei einer Temperatur von 170 °C ausgelagert wird. Dies liegt mehr als 30% unter der erreichbaren Dehngrenze.

Dauerfestigkeit

Abhängigkeit von der Gefügegüte

Die Gefügegüte wird durch die Wahl der Legierung, deren Wärmebehandlung und bei AlSi-Legierungen auch durch die Gefügeausbildung 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 (Seite 88 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, Lunker 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 Biegewechselfestigkeit 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.

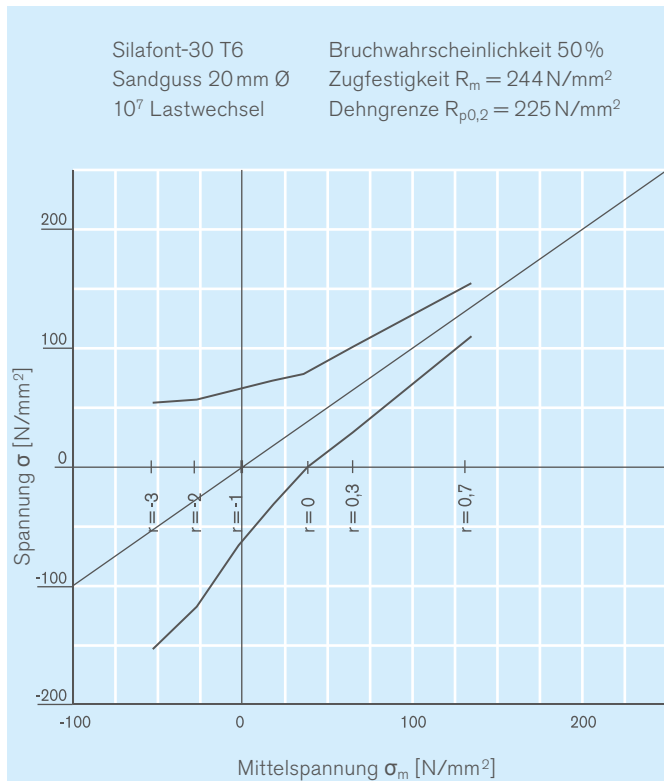


Abb. 2: Dauerfestigkeits-Schaubild nach Smith für Sandgussproben aus Silafont-30 T6, AlSi9Mg

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).

Hinweis zu den Wechselfestigkeitswerten

Bei den Wechselfestigkeitswerten im Kapitel Mechanische Eigenschaften auf Seite 82 und 83 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.

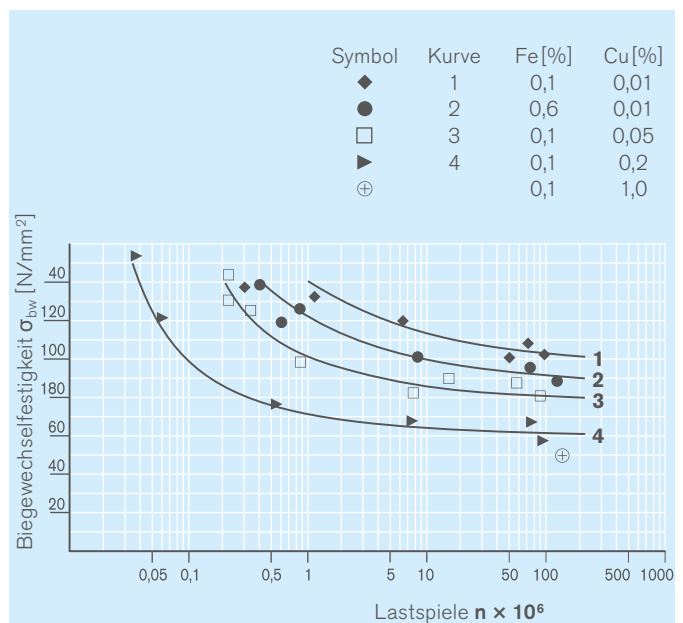


Abb. 1: Ergebnisse aus Biegewechselfersuchen an Kokillengussproben aus Uni-font-90, AlZn10Si8Mg mit unterschiedlichen Eisen- und Kupfergehalten

Korrosion

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 höhergewählt 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 alkalische 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.

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 Fremdmetallfitter
- 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.

		Gießbarkeit			
		mittel	gut	sehr gut	ausgezeichnet
Korrosionsbeständigkeit	mit Oberflächen-schutz	Af-47/-48 Af-52/-60	Sf-70		
	gegen Witterung	Ca-30/-50		Sf-30 Uf-90 Uf-94 Ci-37	Sf-13 Sf-20 Sf-09 Sf-36
	gegen Meerwasser	Ac-04 Pe-30/-36 Pe-50/-56	Ac-50 Ac-70/78dv Ac-71 Ac-72	Ma-59	

Tab. 1: Gießbarkeit und Korrosionsbeständigkeit verschiedener Aluminiumgusslegierungen

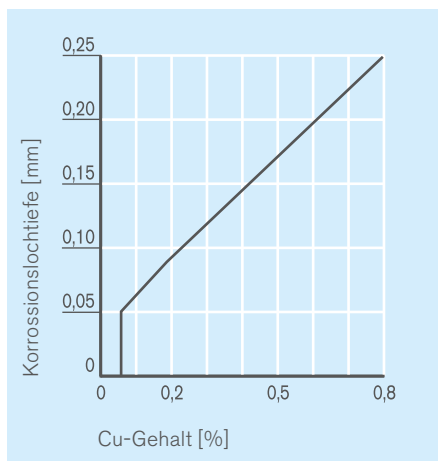


Abb. 1: Abhängigkeit der Korrosionslochtiefe einer druckgegossenen AlSi12 vom Kupfergehalt

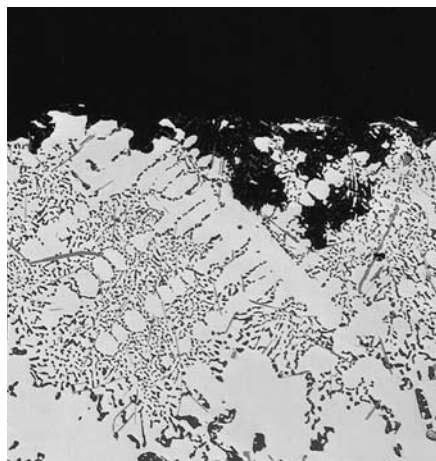


Abb. 2: Mikroschliff eines Kokillengussstückes aus AlSi12 mit selektivem Korrosionsangriff des Resteutektikums



Abb. 3: Mikroschliff eines Sandgussstückes nach längerem Korrosionsangriff

Korrosionsschutz

Polierte Oberflächen sind korrosionsbeständiger als die Guss-haut oder roh bearbeitete Flächen. Sowohl Kokillen- als auch Druckgussstücke werden durch Kugelpolieren mit Edeltstahlkugeln trommelpoliert. Die verdichtete Oberfläche ge-währleistet 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 Aluminiumlegie-rung möglich. Dekorative Oxidschichten lassen sich am besten auf siliziumfreien Gusslegierungen erzielen und haben eine Dicke von 10–25 µm. Des Weiteren können chemisch erzeugte TiZr-basierte, Phosphat- und Chromatschichten als Oxidationsschutz und insbesondere die Chromatschichten als gute Haftvermittler für organische Beschichtungen eingesetzt werden.

Die Lackbeschichtung der Gussstücke bedarf einer beschich-tungsgerechten Vorbehandlung durch Schleifen oder Strah-len 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 und/oder dem Rest-stoff z.B. der Eindring-Rissprüfung zu erarbeiten. Anschließend werden stark oberflächenbeanspruchte Gussstücke mit dem Haftgrund versehen.

Alle Gussstücke sollten eine zusätzliche Wärmebehandlung von 140–200 °C über 1 Stunde zwischen der Schlusspüle und dem Auftragen der Beschichtung durchlaufen, um ein vollständiges Ausgasen an der Werkstückoberfläche zu erreichen. Bei aushärt-baren oder schon wärmebehandelten Gussstücken wird dieser Härte-Prozess damit schon weitergeführt.

Die danach aufzubringenden Pulverlacke haben Schichtdicken von 25–100 µm und werden bei Einbrenntemperaturen von 120–220 °C über 20 Minuten eingebrannt. Bei Mehrfarben-Lackierungen durchläuft das Gussstück den Einbrennofen ent-sprechend öfter (Abb. 5). Aushärteeffekte werden ab 140 °C in Gang gesetzt. Bei dem dargestellten Pkw-Rad aus Silafont-20 dv, Kokillenguss im Gusszustand, ergeben sich beim Lackieren folgende Veränderungen:

Lackierung	$R_{p0,2}$ N/mm ²	R_m N/mm ²	A %	HBW
ohne	85	195	12,5	62
mit	104	201	10,3	63

Häufig bieten Anstriche neben allgemeinen Korrosionsschutz auch ausreichenden Schutz vor Kontaktkorrosion. Besser geeig-net sind Kunststoff-Isolierteile oder pastenförmige Dichtungen. Die Gefahr der Kontaktkorrosion bei Berührung zwischen Bau-stahl und Aluminium kann auch durch Verzinken der Stahlteile vermindert werden. Rostfreie Stähle bilden mit Aluminium in der Regel keine Kontaktkorrosion.

Aluminiumgussstücke mit dichtem Außengefüge können durch galvanische Überzüge geschützt werden, wie es bei Kokillenguss-stücken für die Elektrotechnik durch einen Überzug aus Silber gegen die Funkenkorrosion angewandt wird.

Auch Kühl- und Schmiermedien bei der Bearbeitung von Alu-miniumguss können, wenn sie schwefel- und phosphorhaltig sind, zu Korrosionsschäden führen. Hier ist auf die Verwendung silikatischer Kühlmedien zu achten, wobei selbst hier eine Entfet-tung der bearbeiteten Gussstücke unmittelbar folgen sollte.



Abb. 4: Durchflussmessdose für Flugzeugtreibstoff; chromatiert vor dem Lackieren



Abb. 5: Pkw-Rad in Mehrfarben-Lackierung

Schweißkonstruktionen mit Aluminium-Gussstücken

Schweißkonstruktionen aus Gusswerkstoffen oder Mischkonstruktionen aus Guss- und Knetwerkstoffen sind Stand der Technik, z.B. um Leichtbau in der Karosserie zu realisieren oder um Großkonstruktionen in Energieanlagen aufzubauen. Hierbei werden die Vorteile der Gießtechnik, insbesondere der Gestaltungsfreiraum und die fertigungssichere Schweißtechnik miteinander genutzt.

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 Abkühlen führt vermehrt zu Schweißrisen, Verzug und Eigenspannungen.

Das flüssige Aluminium kann aus der Umgebung Wasserstoff aufnehmen, der sich beim Erstarren wieder ausscheidet. Die Folge sind abhängig von der Erstarrungsgeschwindigkeit mehr oder weniger große Poren in den Schweißnähten.

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 meist inerte Gase wie Argon (Güte 4.8).

Gusswerkstoffe	Anticorodal-50 Anticorodal-70	Silafont-30 Silafont-13 Silafont-20 Castasil-37 Silafont-36	Unifont-90	Peraluman-30 Peraluman-50/-56 Castadur-30/-50 Magsimal-59	Alufont-52 Alufont-47
Anticorodal-50 Anticorodal-70	AlSi5				
Silafont-30 Silafont-13 Silafont-20 Castasil-37 Silafont-36	AlSi5	AlSi5 AlSi10			
Unifont-90			AlMg4,5Mn AlSi10		
Peraluman-30 Peraluman-50/-56 Castadur-30/-50 Magsimal-59	AlMg3 AlMg5	AlSi5 AlMg3 AlMg5		AlMg3 AlMg5 AlMg4,5Mn	
Alufont-52 Alufont-47		AlSi5 AlMg5		AlMg5 AlSi5	AlMg5 (AlSi5)

Knetwerkstoffe					
AlMgSi1	AlSi5	AlSi5	AlSi5	AlSi5 AlMg5	AlSi5 AlMg5
AlZn4,5Mg1	AlSi5 AlMg5	AlSi5 AlMg5	AlMg4,5Mn	AlMg5 AlMg4,5Mn	AlSi5 AlMg4,5Mn
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

Es gibt zahlreiche modifizierte Verfahren, die in der Praxis für bestimmte Schweißarbeiten angewendet werden. Beim Schutzgas-Lichtbogenschweißen wird mit nicht abschmelzbarer Elektrode (WIG) oder abschmelzender Elektrode (MIG) gearbeitet.

Beim manuellen WIG-Fertigungsschweißen mit artgleichem Zusatzwerkstoff werden die in der Gießereipraxis aufgetretenen Gussfehler (Lunker, mechanische Beschädigungen, Maßabweichungen) beseitigt.

Für das Serienschweißen mit Gussstücken überwiegt wegen der hohen Schweißgeschwindigkeit das MIG-Verfahren. Dabei wird mit Gleichstrom und positiv gepolter Elektrode gearbeitet.

Das MIG-Impulsschweißen arbeitet heute mit Robotern und Schweißparameter-Programmen um den Werkstoffübergang vom Draht zum Guss mit sehr unterschiedlichen Wanddicken zu kontrollieren.

Das Plasma-MIG-Verfahren mit seiner idealen Lichtbogenausbildung und Schutzgasabschirmung eignet sich für Anwendungen mit hohen Ansprüchen an Dichtigkeit, Oberflächenqualität und mechanischer Belastung, z.B. bei Hochspannungs-Schaltgehäusen.

Schweißbare Gusswerkstoffe

Die unterschiedliche Gefügeausbildung, Gasporosität, Mikrolunker und Gusshaut im Schweißnahtbereich hat entscheidenden Einfluss auf die Güte der Schweißverbindung. Bei Beachtung der gusspezifischen Richtlinien ergeben sich einwandfreie Verbindungen, die sich für den Einsatz in hochbeanspruchten Konstruktionen eignen.

Als besonders gut schweißbar gelten die AlSi-Legierungen.

Besonders gut schweißbar:

Silafont-13, AlSi11	Silafont-36, AlSi9MgMn
Silafont-30, AlSi9Mg	Castasil-37, AlSi9MnZrMo

Gut schweißbar:

Anticorodal-70, AlSi9Mg0,3	Magsimal-59, AlMg5Si2Mn
Alufont-52, AlCu4Ti	Unifont-90, AlZn10Si8Mg
Peraluman-30, AlMg3	

Bei Aluminiumlegierungen bildet sich um die Schweißnaht eine ausgeprägte Wärmeeinflusszone. In dieser Zone finden festigkeitsbeeinflussende Gefügeveränderungen statt: abhängig von Grundwerkstoff, Wärmebehandlungszustand, Zusatzmetall, Schweißverfahren und Geometrie. Bereits ausgehärtete Legierungen haben durch das Schweißen eine Festigkeits-

einbuße, im ungünstigsten Fall bis auf Werte des Gusszustandes von Kokillenguss. Eine selbstaushärtende Legierung härtet nach dem Schweißen wieder aus. Zur Schweißkanten-Vorbereitung insbesondere bei lösungsgeglühten Gussstücken sollte die Guss-haut durch Bürsten oder Schleifen mit nichtrostenden Werkzeugen entfernt werden.

Die aluminiumgerechte Ausführung einer Schweißkonstruktion mit der Gestaltung der Schweißverbindung und einer exakten Ausführung der Schweißung (Badsicherung, Kantenform, Kanten-vorbereitung, Reinigung) ist von entscheidender Bedeutung.

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.

Durch die Schrumpfung der Schweißnähte sind die Schweiß-eigenspannungen, die in ihrem näheren Bereich entstehen, überwiegend Zugspannungen. Die Vermeidung von Nahtanhäu-fungen, Werkstückvorwärmung oder nachträgliches Kugel-strahlen können die Spannungen etwas verringern. Ein wesent-licher Abbau ist aber nur durch Spannungsfreiglühen erreichbar. Bei den warmausgehärteten Legierungen erfolgt hierdurch eine Abnahme der Festigkeit; eine nachfolgende Warmauslagerung erbringt nur eine Steigerung der Festigkeitswerte auf den Zustand T5. Das Richten von Schweißkonstruktionen sollte durch geeignete schweißtechnische und konstruktive Maßnahmen möglichst vermieden werden.

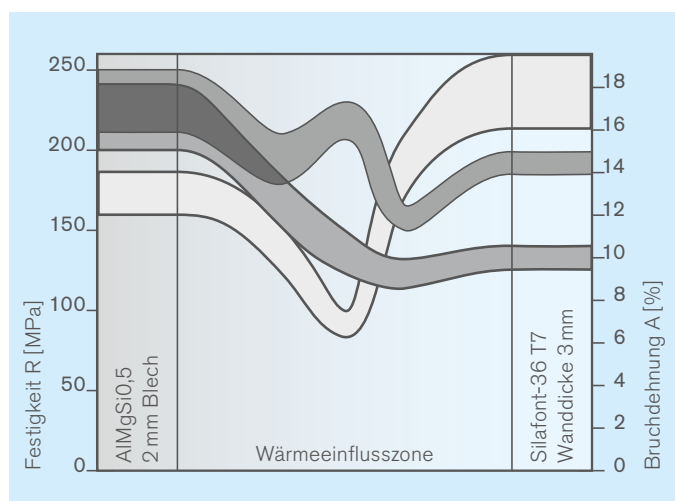


Abb. 2: Festigkeitswerte der Wärmeeinflusszone MIG-Schweißung mit AlSi12-Zusatzwerkstoff

Schweißen von Druckgussstücken

Die Schweißbeignung von Druckgussstücken hängt in hohem Maße vom Schmelz- und Druckgussprozess ab. Dazu sind Gusswerkstoffe, Schmelz- und Druckguss-Verfahren notwendig, die eine geringe Gasaufnahme und Oxidverunreinigung während der Druckguss-Verarbeitung gewährleisten.

Schweißnähte werden vom Konstrukteur zwar in die Zonen geringer Belastung gelegt, sollten aber – betrachtet vom Druckgussstück aus – auch nahe am Anschnitt gelegt werden.

Abb.1 zeigt 8 Zielstufen des Druckgusses auf, die bis hin zu schweißgeeignetem, wärmebehandelbarem Guss aufsteigen. Dabei sind die dafür notwendigen Druckguss-Verfahrensschritte in den Bereichen Luftentfernung, Schmelzetransport und Trennmittelauftrag aufgezeigt.

Druckgussstücke aus Silafont-36 sind besonders gut schweißgeeignet, sowohl mit den MIG- und WIG-Standard-Verfahren, als auch mit Laser-Schweißverfahren. Bevorzugt wird der Schweißzusatzwerkstoff AlSi5 oder AlSi10 bei Schweißkonstruktionen mit der Knetlegierung vom Typ AlMgSi0,5. Die Schweißnähte bzw. Wärmeeinflusszonen zwischen Bauteilen aus Aluminium-Knetlegierungen und Druckgussstücken aus Silafont-36 halten Dauerschwingbelastungen ausgezeichnet stand, wenn die Gusskanten ein geringes Porenvolumen aufweisen und nach der eventuell durchgeführten T7-Wärmebehandlung von der Oxidhaut vollständig befreit werden.

Abb. 2 auf Seite 115 gibt die mechanischen Werte in der Wärmeeinflusszone wieder. Die Festigkeitswerte in dieser Zone sind im Gegensatz zu der Dehnung wenig beeinflusst.

Magsimal-59, AlMg5Si2Mn besitzt im Vergleich zu AlSi-Druckguss-Legierungen erhöhte Schwindmaße und -kräfte. Für die Verarbeitung dieser Legierung neu entwickelte Formtrennmittel verbessern sowohl die Fließfähigkeit, die Gleitfähigkeit beim Auswerfen und damit auch die Schweißbeignung der Druckgussstücke.

Konstruktionsschweißen mit Gussstücken aus Magsimal-59 erfolgt mit dem Zusatzwerkstoff AlMg4,5MnZr im WIG-Verfahren oder mit Laser- oder Elektronenstrahlschweißverfahren. In der Wärmeeinflusszone sind die Festigkeitseigenschaften, im Gegensatz zur Dehnung, wenig beeinflusst. Bei Verwendung des Schweißzusatzwerkstoffes SG-AlSi5 sinken die Dehnungswerte stärker. Die folgenden mechanischen Eigenschaften bei einer Handschweißung im MIG-Verfahren und mit dem Zusatzwerkstoff AlMg4,5Mn zeigen beispielhaft, dass in der Wärmeeinflusszone die Festigkeitseigenschaften im Gegensatz zur Dehnung wenig beeinflusst sind:

Wanddicke 4 mm	R _{p02} [MPa]	R _m [MPa]	A [%]
ungeschweißt	165	287	17
geschweißt	148	246	6

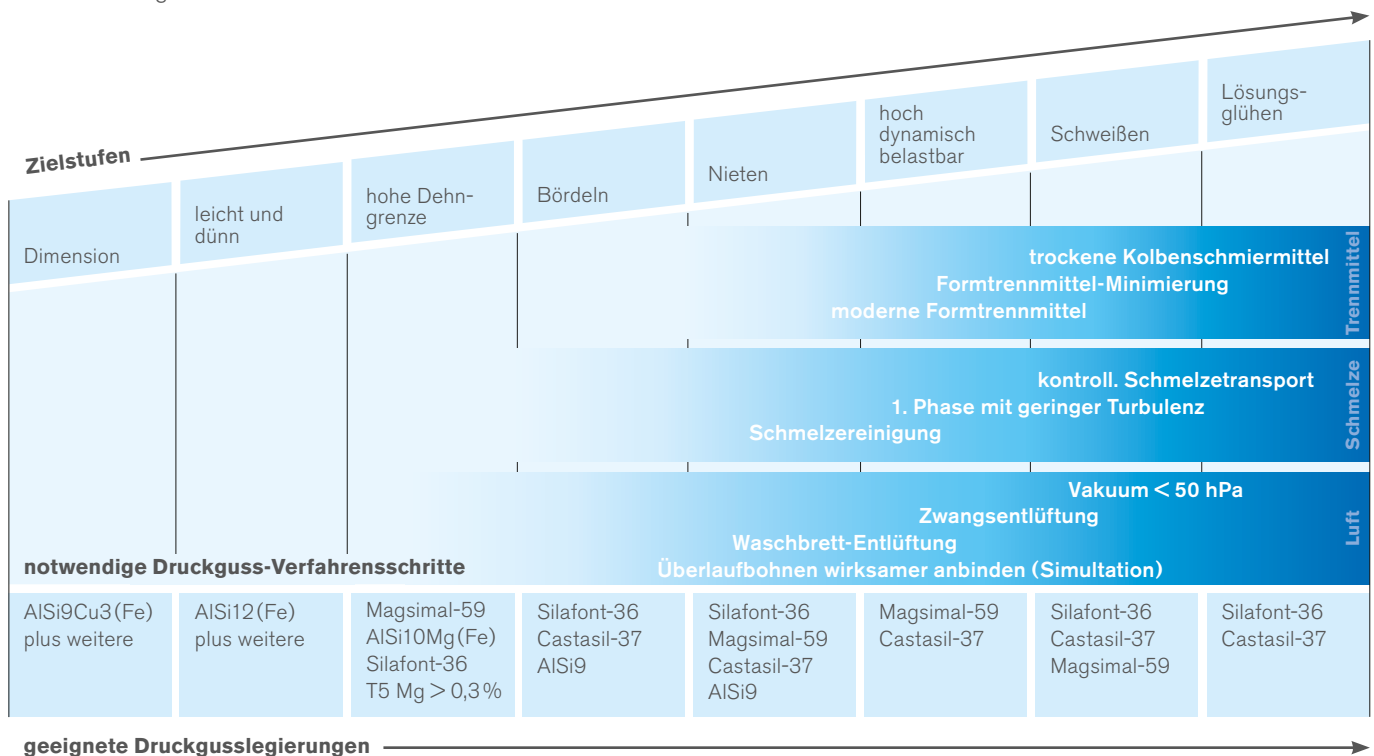


Abb. 1: Acht Zielstufen des Druckgusses mit Hinweis auf anzuwendende Legierungen und notwendige Druckguss-Verfahrensschritte

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 Gefügestände 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 noch größere Standzeit- oder Standwegbeeinträchtigung als durch die Gefügemodifikation des Siliziumanteiles in den Legierungen wird durch die Aushärtung herbeigeführt. Bei einer Anticorodal-70, AlSi7Mg0,3 reduziert die Warmaushärtung den Standweg der Werkzeuge auf 75% gegenüber dem Gusszustand.

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

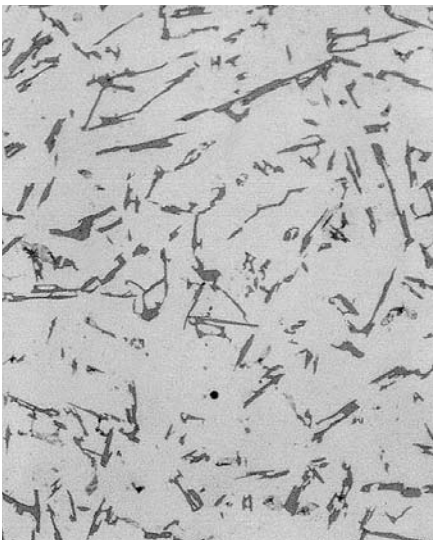


Abb. 1: Körnige Gefügemodifikation einer Silafont-13, AlSi11 Gusslegierung

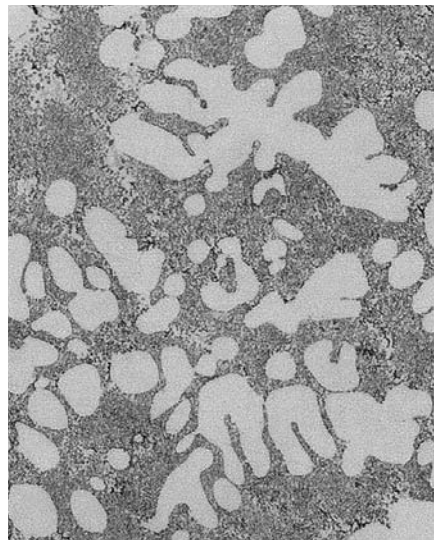


Abb. 2: Veredelte Gefügemodifikation einer Silafont-13, AlSi11 Gusslegierung

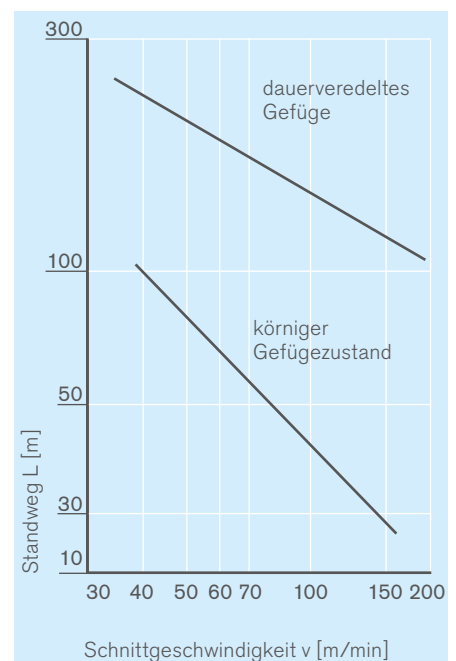


Abb. 3: Einfluss des Gefügestandes auf den Standweg bei Silafont-70, AlSi12CuNiMg

Wir danken allen unseren Geschäftspartnern, die uns mit Gussstücken oder Fotografien unterstützt haben, für die großartige Zusammenarbeit.

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.



RHEINFELDEN ALLOYS GmbH & Co. KG

Ein Unternehmen der Aluminium Rheinfelden Group

Verkauf und Kundenberatung

Friedrichstraße 80

D-79618 Rheinfelden

Tel. +49. 7623. 93-490

Fax +49. 7623. 93-546

alloys@rheinfelden-alloys.eu

www.rheinfelden-alloys.eu