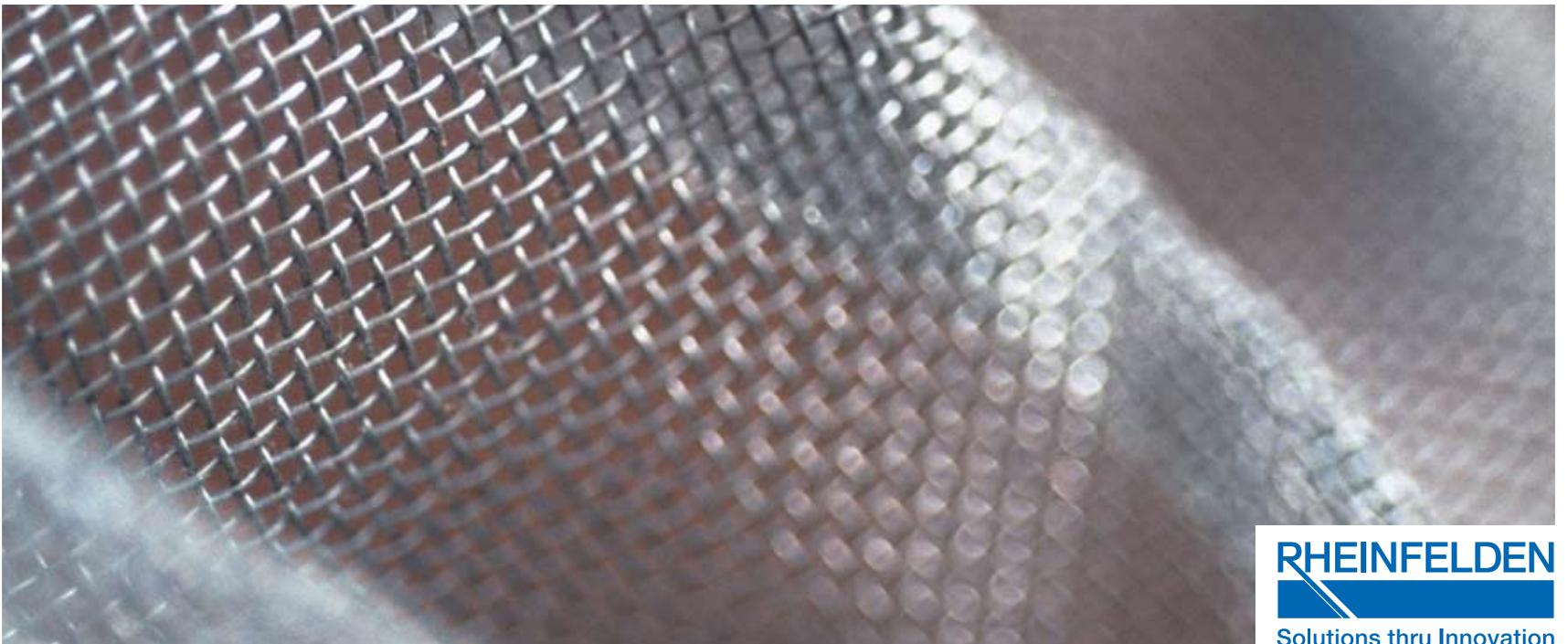




# Hüttenaluminium-Gusslegierungen

RHEINFELDEN ALLOYS



# Inhaltsverzeichnis RHEINFELDEN ALLOYS

|                                        |                                                                |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b><u>Allgemeines</u></b>              | 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                                            |
| <b><u>Legierungen im Überblick</u></b> | 14–17 Die Legierungen in der Übersicht                         |
|                                        | 18–19 Quickfinder                                              |
|                                        | 20–21 Legierungsauswahl anhand von Tabellen                    |
|                                        | 22 32 gute Gründe Aluminiumguss anzuwenden                     |
| <b><u>Legierungen</u></b>              | 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                        |
| <b><u>Verarbeitungsmerkblätter</u></b> | 71 Anticorodal-70                                              |
|                                        | 72 Silafont-36                                                 |
|                                        | 73 Castasil-37                                                 |
|                                        | 74 Castadur-30                                                 |
|                                        | 75 Unifont-90                                                  |
|                                        | 76 Peraluman-56                                                |
|                                        | 77 Magsimal-59                                                 |
|                                        | 78 Alufont-52                                                  |
| <b><u>Technische Informationen</u></b> | 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 Metalllieferungen 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, Problembeseitigung 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

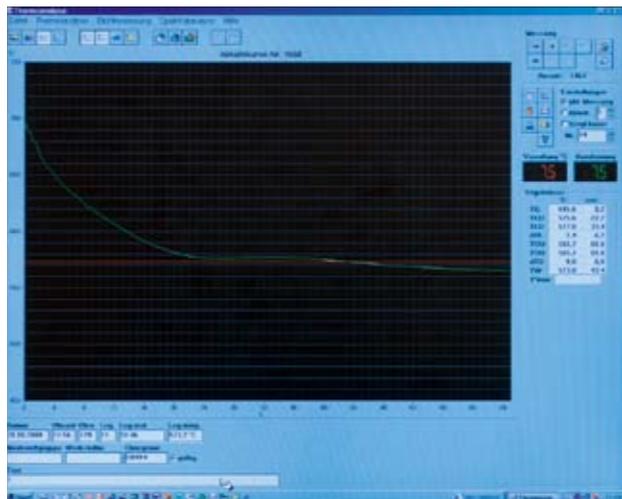
Ausgestattet mit Laboren für Metallographie, Spektralanalyse und Gusswerkstoffprüfung können Gefügeuntersuchungen, Zugprüfungen, Bauteilprüfungen und weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

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 CO<sub>2</sub>-Emissionen im Kraftfahrzeugbau zu leisten.



Druckgussmaschine zur Herstellung von Platten für die Werkstoffprüfung



Auswertungsdiagramm einer Materialprüfung

# Service im gesamten Prozess

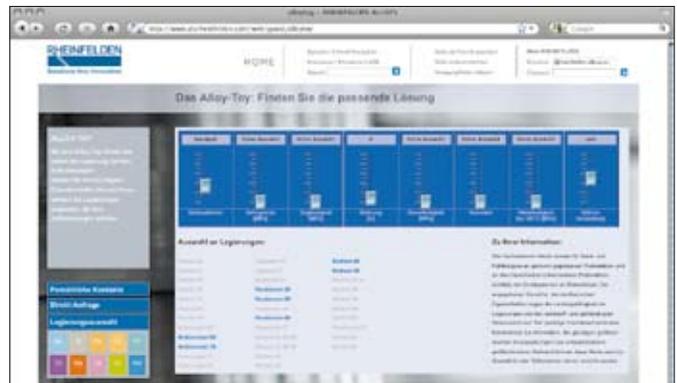
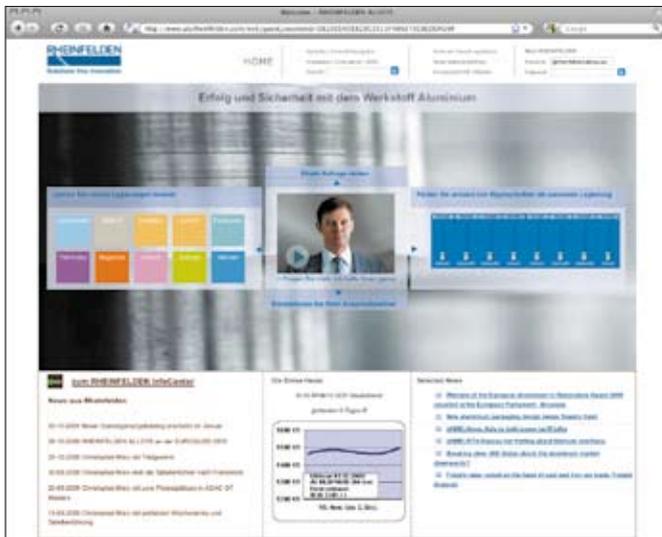
Das Serviceportfolio richten wir immerfort an den Anforderungen unserer Kunden aus. Unser Vertriebsteam unterstützt Sie bei der Entwicklung Ihrer Einkaufsstrategie. RHEINFELDEN ALLOYS kann Ihnen auf Ihre Anforderungen zugeschnittene Preis- und Liefermodelle anbieten.

## 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 |
|-------------------|----|-----|

| <b>Berichte aus der Praxis zum Aluminiumguss-Werkstoff</b>                                                                           | <b>Code</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 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 fertigen 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

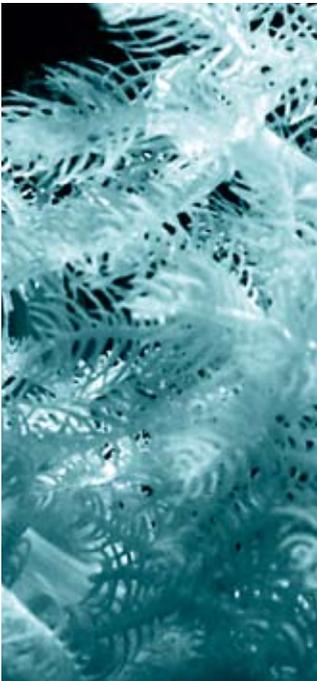


### Castadur® – Die Kraft der Regeneration

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](#)

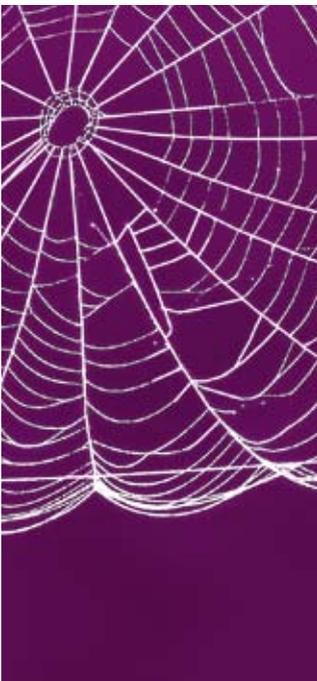


## Alufont® – Höchste Festigkeit für den Leichtbau

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 CO<sub>2</sub>-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         |        |                 |             |
| 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      | 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                 | 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           | x         |        |                 |             |
| Peraluman-36     | AlMg3Si               | x                       | x         |           |              | x           | x                 | x        |                 |                    |              |                  | x          | x         | x                     | x            | x                 |             | x         |        |                 |             |
| Peraluman-50     | AlMg5                 | x                       | 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         |              |             |                   |          |                 |                    |              | x                |            |           |                       |              |                   |             |           |        |                 |             |
| Thermodur-73     | AlSi11Cu2Ni2Mg2Mn     |                         |           | x         |              |             |                   |          |                 |                    |              |                  | x          |           |                       |              |                   |             |           |        |                 |             |
| Rotoren-Al 99.7  | Al99,7                |                         |           | x         |              | x           |                   |          |                 | x                  |              |                  |            | x         |                       |              | x                 | x           |           | x      |                 |             |
| Aluman-16        | AlMn1,6               |                         |           | x         |              |             |                   |          |                 | x                  | x            |                  |            |           |                       | x            |                   |             |           |        |                 |             |



# 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 <sup>2</sup> ]                          |                                               |               |
|--------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
|                    |       | 60–120                                                                   | 90–160                                        | 200–230       |
| Bruchdehnung A [%] | 0,5–3 |                                                                          | Silafont-70<br>Silafont-20                    | Unifont-90 T1 |
|                    | 3–6   | Anticorodal-70/-78 dv<br>Silafont-30<br>Peraluman-30/-36<br>Peraluman-50 | Anticorodal-50<br>Peraluman-56<br>Castadur-50 |               |
|                    | 6–13  | Silafont-13                                                              | Castadur-30                                   |               |

## Sandguss wärmebehandelt

|                    |       | 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]               |                                                                            |                                                 |
|--------------------|-------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                    |       | 90–160                                                        | 160–300                                                                    | 300–450                                         |
| Bruchdehnung A [%] | 0,3–3 | Peraluman-56 T6                                               | Anticorodal-50 T6<br>Anticorodal-72 T6<br>Silafont-20 T6<br>Silafont-70 T6 |                                                 |
|                    | 2–5   |                                                               | Anticorodal-70/-78 dv T6<br>Silafont-30 T6<br>Peraluman-36                 | Alufont-47 T6<br>Alufont-48 T6<br>Alufont-52 T6 |
|                    | 4–8   | Anticorodal-70/-78 dv T64<br>Silafont-13 O<br>Peraluman-30 T6 | Anticorodal-50 T4<br>Alufont-47 T4<br>Alufont-48 T64<br>Alufont-52 T64     |                                                 |

## Kokillenguss, Gusszustand

|                    |       | 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] |                                                                 |                            |
|--------------------|-------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                    |       | 70–100                                          | 90–180                                                          | 180–260                    |
| Bruchdehnung A [%] | 0,5–2 |                                                 |                                                                 | Silafont-70<br>Silafont-90 |
|                    | 2–6   | Peraluman-36                                    | Anticorodal-50<br>Anticorodal-70<br>Silafont-30<br>Peraluman-56 | Unifont-90 T1              |
|                    | 6–20  | Peraluman-30                                    | Silafont-13<br>Silafont-20<br>Peraluman-50                      |                            |

## Kokillenguss wärmebehandelt

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

## Druckguss

|                    |         | 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] |                                                                               |                |
|--------------------|---------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                    |         | 80 – 120                                        | 120 – 220                                                                     | 220 – 280      |
| Bruchdehnung A [%] | 0,4 – 1 |                                                 |                                                                               | Silafont-90    |
|                    | 1 – 5   |                                                 |                                                                               | Unifont-94 T1  |
|                    | 5 – 20  | Anticorodal-04<br>Silafont-36 T4<br>Aluman-16   | Silafont-09<br>Silafont-36 T7<br>Magsimal-59<br>Castasil-37<br>Silafont-36 T5 | Silafont-36 T6 |

## Korrosionsbeständigkeit

|                         |                        | Gießbarkeit                                            |                                                                            |                                                        |                                                          |
|-------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                         |                        | mittel                                                 | gut                                                                        | sehr gut                                               | ausgezeichnet                                            |
| Korrosionsbeständigkeit | mit Oberflächen-schutz | Alufont-47/-48<br>Alufont-52/-60<br>Silafont-90        | Silafont-70                                                                |                                                        |                                                          |
|                         | gegen Witterung        | Castadur-30/-50                                        |                                                                            | Silafont-30<br>Unifont-90<br>Unifont-94<br>Castasil-37 | Silafont-13<br>Silafont-20<br>Silafont-09<br>Silafont-36 |
|                         | gegen Meerwasser       | Anticorodal-04<br>Peraluman-30/-36<br>Peraluman-50/-56 | Anticorodal-50<br>Anticorodal-70/-78dv<br>Anticorodal-71<br>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<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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          |
|----------------|------|------|------|----------------|------|-------------|
| <b>5,0–6,0</b> | 0,15 | 0,02 | 0,10 | <b>0,4–0,8</b> | 0,10 | <b>0,20</b> |

## Mechanische Eigenschaften

| Gießverfahren | Behandlungszustand | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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         |
|----------------|------|------|------|------------------|------|-------------|----------------|
| <b>6,5–7,5</b> | 0,15 | 0,02 | 0,05 | <b>0,30–0,45</b> | 0,07 | <b>0,18</b> | <b>(Na/Sr)</b> |

## Mechanische Eigenschaften

| Gießverfahren | Behandlungszustand | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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)         |



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

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

# Anticorodal®- 70 [AlSi7Mg0,3]



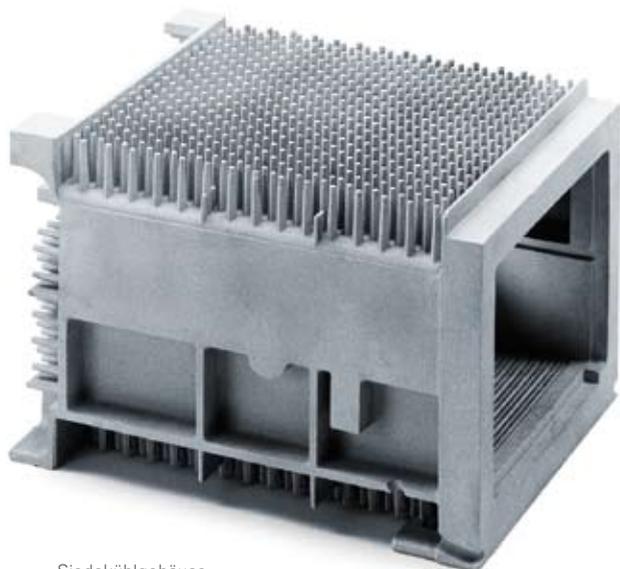
Elektrohängebahngehäuse  
Anticorodal-70, warmausgehärtet  
Sandguss  
760 × 280 × 250mm, Gewicht: 18,5kg



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 Spanungseigenschaften.

## 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<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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         |
|----------------|------|------|------|------------------|------|-------------|----------------|
| <b>6,5–7,5</b> | 0,15 | 0,02 | 0,05 | <b>0,50–0,70</b> | 0,07 | <b>0,18</b> | <b>(Na/Sr)</b> |

## Mechanische Eigenschaften

| Gießverfahren | Behandlungszustand | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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



Landeklappen-aufhängung 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<sup>®</sup>-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<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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 SF<sub>6</sub>-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     |

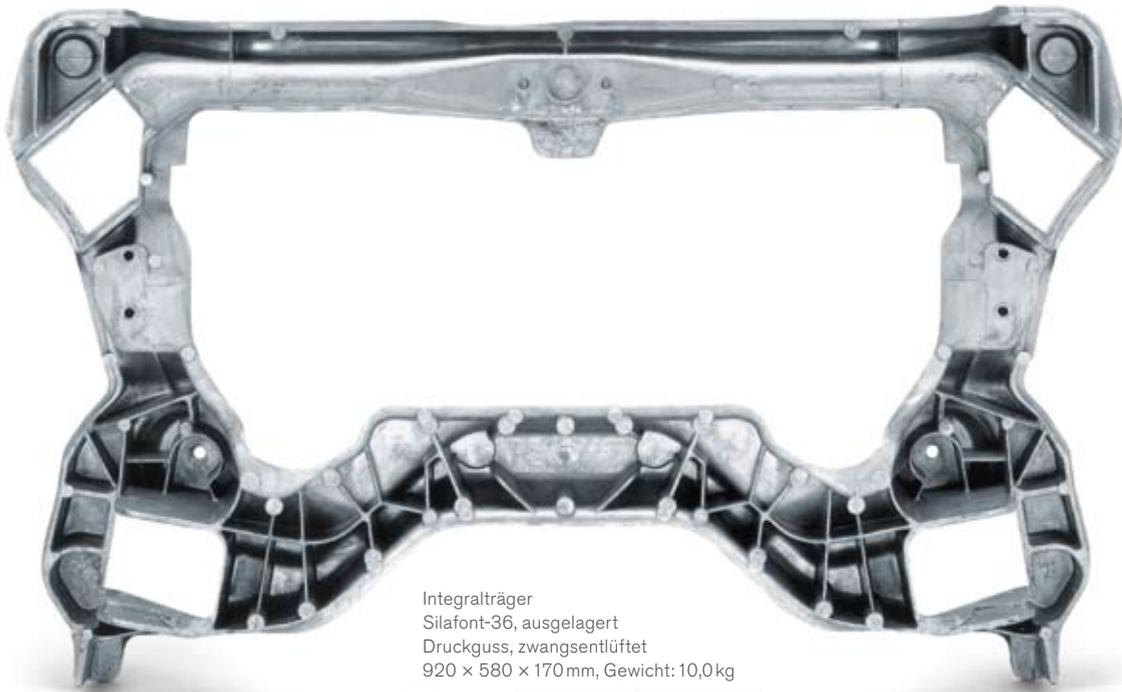
## Mechanische Eigenschaften

| Gießverfahren | Behandlungszustand | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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<sup>®</sup>-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<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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 Espressomaschine  
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 <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit $R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | 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<sup>®</sup>-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

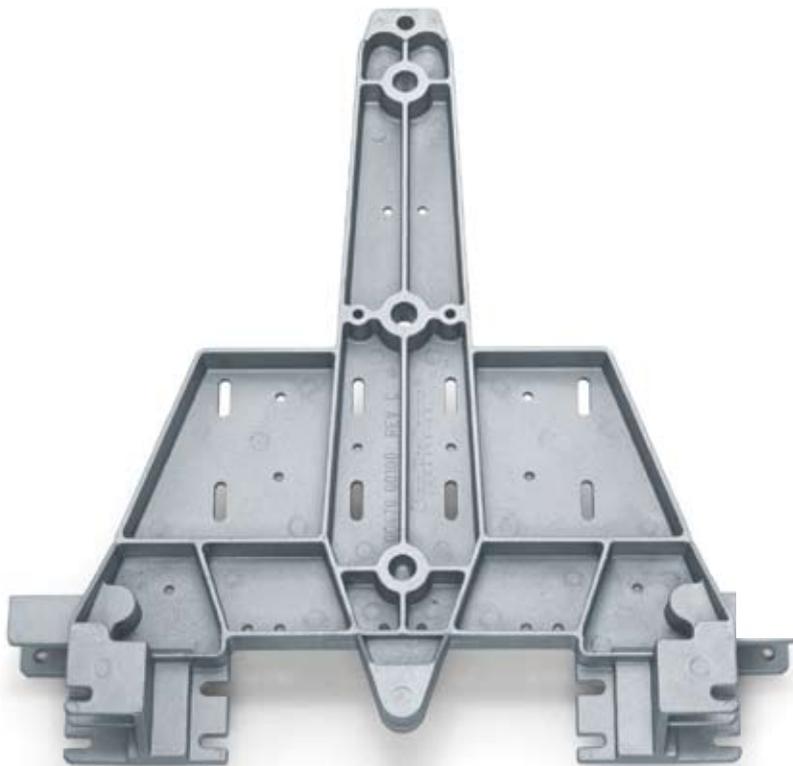
chemisch: AlSi11Mg      numerisch: 44 000

## 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<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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: 18,5 kg



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

# 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<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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, druckgegesenen 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-%]

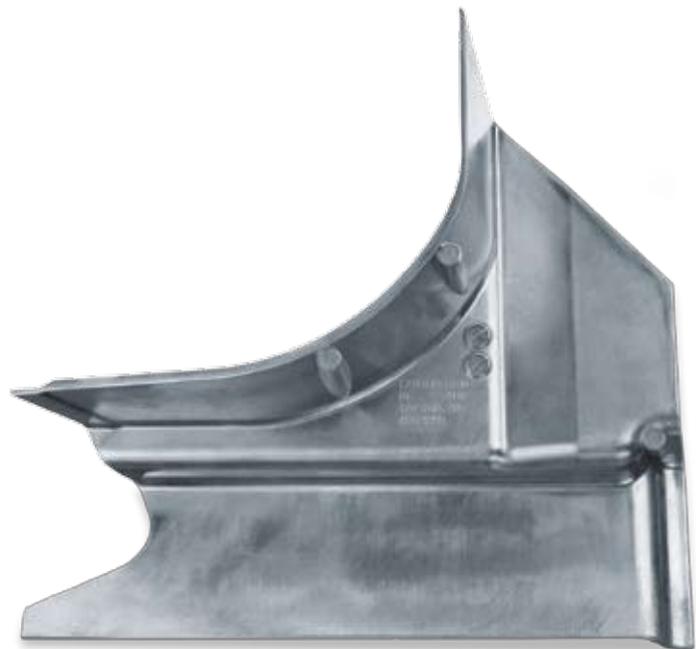
| Si       | Fe   | Cu   | Mn        | Mg   | Zn   | Mo  | Zr  | andere |
|----------|------|------|-----------|------|------|-----|-----|--------|
| 8,5–10,5 | 0,15 | 0,05 | 0,35–0,60 | 0,06 | 0,07 | 0,3 | 0,3 | Sr     |

## Mechanische Eigenschaften

| Gießverfahren | Behandlungszustand | Wanddicke | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>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

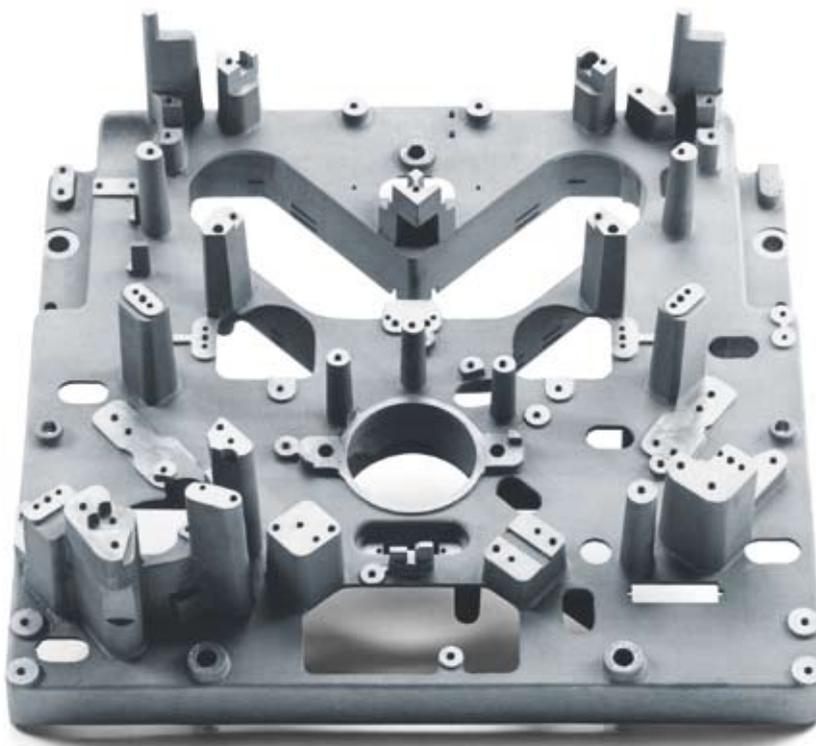
chemisch: AlZn10Si8Mg      numerisch: 71 100

## 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<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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 x 65 x 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

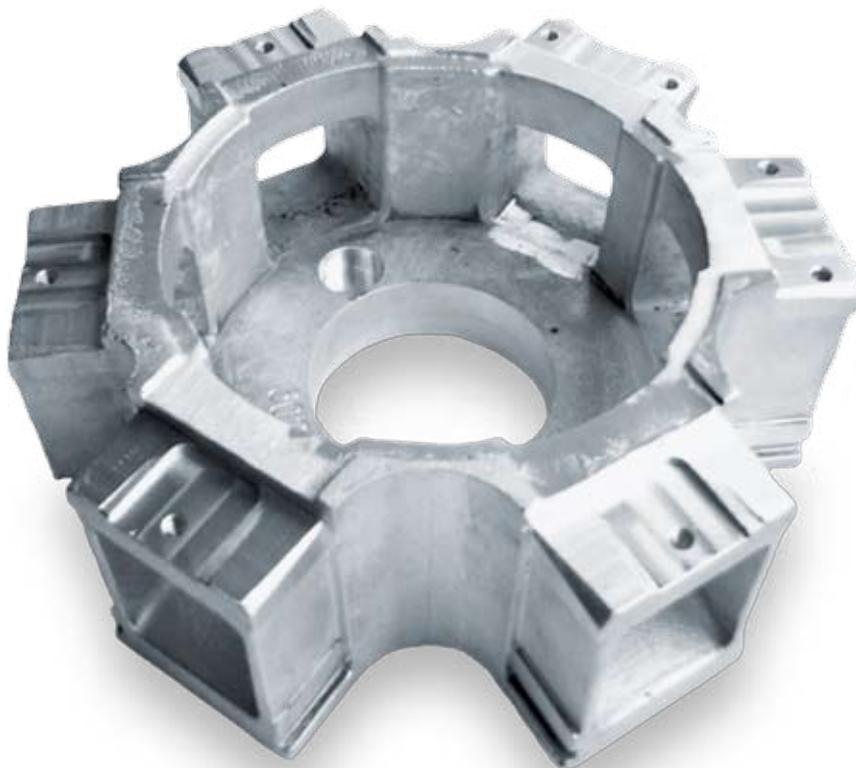
## Zusammensetzung [Masse-%]

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

## Mechanische Eigenschaften

| Gießverfahren | Behandlungszustand | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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<sup>®</sup>-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-%]

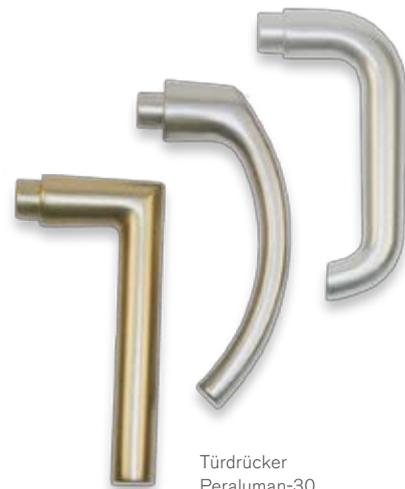
| Si   | Fe   | Cu   | Mn                | Mg               | Zn   | Ti                 | andere    |
|------|------|------|-------------------|------------------|------|--------------------|-----------|
| 0,45 | 0,15 | 0,02 | <b>0,01 – 0,4</b> | <b>2,7 – 3,5</b> | 0,10 | <b>0,01 – 0,15</b> | <b>Be</b> |

## Mechanische Eigenschaften

| Gießverfahren | Behandlungszustand | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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<sup>®</sup>-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 | <b>0,01–0,4</b> | <b>4,8–5,5</b> | 0,10 | <b>0,01–0,15</b> | <b>Be</b> |

## Mechanische Eigenschaften

| Gießverfahren | Behandlungszustand | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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)          |



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



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

# Peraluman<sup>®</sup>-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<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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<sup>®</sup>-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 <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit $R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | 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<sup>®</sup>-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<sup>®</sup>-59 [AlMg5Si2Mn]



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

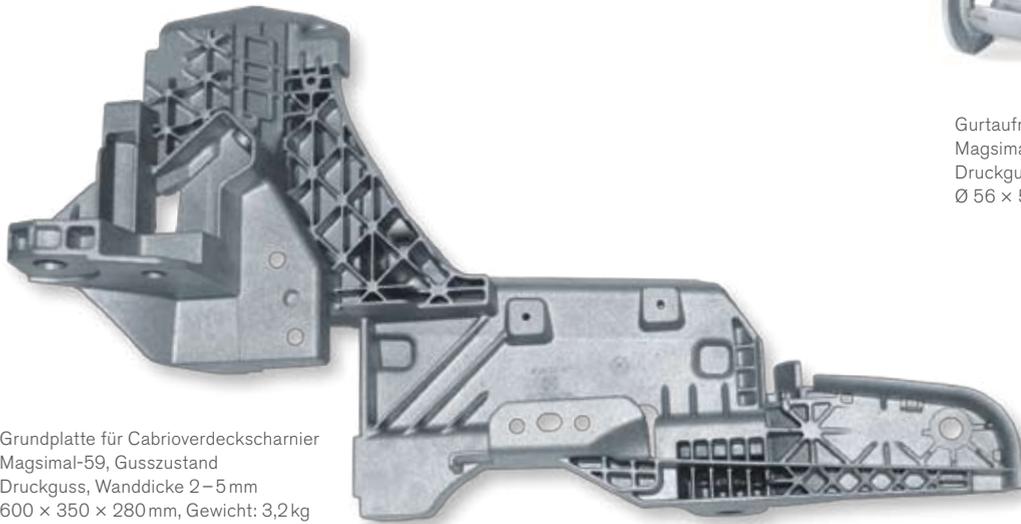


Ölwanne  
Magsimal-59, Gusszustand  
Druckguss, Wanddicke 2,2 mm  
440 × 310 × 180 mm, Gewicht: 3,0 kg



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

# Magsimal<sup>®</sup>-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<sup>®</sup>-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<sup>®</sup>-16 [AlMn1,6]

## Anwendungsgebiete

Automobil, Klimaanlage, Kraftfahrzeugbau, Maschinenbau

## Kennzeichnende Eigenschaften

Hartlötbare Druckgusslegierung mit eingeschränkter Gießbarkeit im Kokillenguss.

## Legierungskennzeichnung

chemisch: AlMn1,6

## Zusammensetzung [Masse-%]

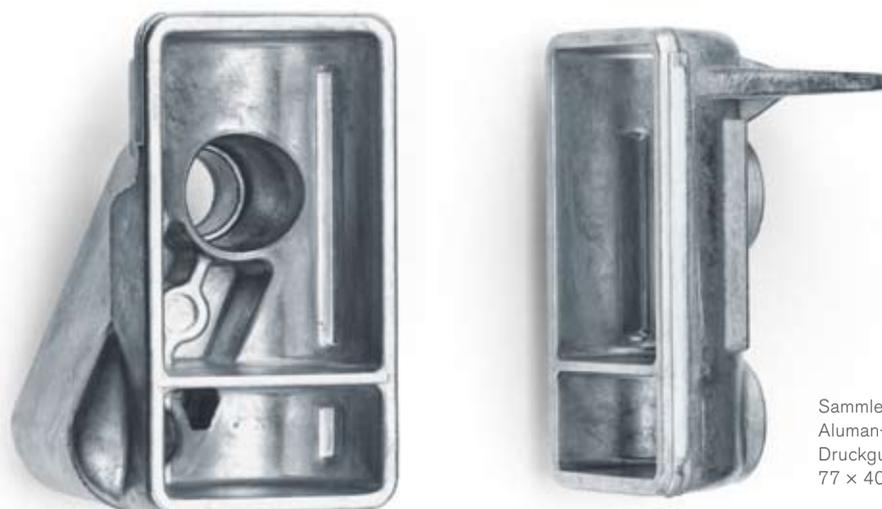
| Si   | Fe          | Cu   | Mn             | Mg   | Zn   | Ti   |
|------|-------------|------|----------------|------|------|------|
| 0,15 | <b>0,90</b> | 0,03 | <b>1,4–1,6</b> | 0,05 | 0,10 | 0,15 |

## Mechanische Eigenschaften

| Gießverfahren | Behandlungszustand | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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 | <b>4,2–5,2</b> | <b>0,01–0,5</b> | 0,03 | 0,07 | <b>0,15–0,25</b> |

## Mechanische Eigenschaften

| Gießverfahren | Behandlungszustand | Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit $R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | 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)    |

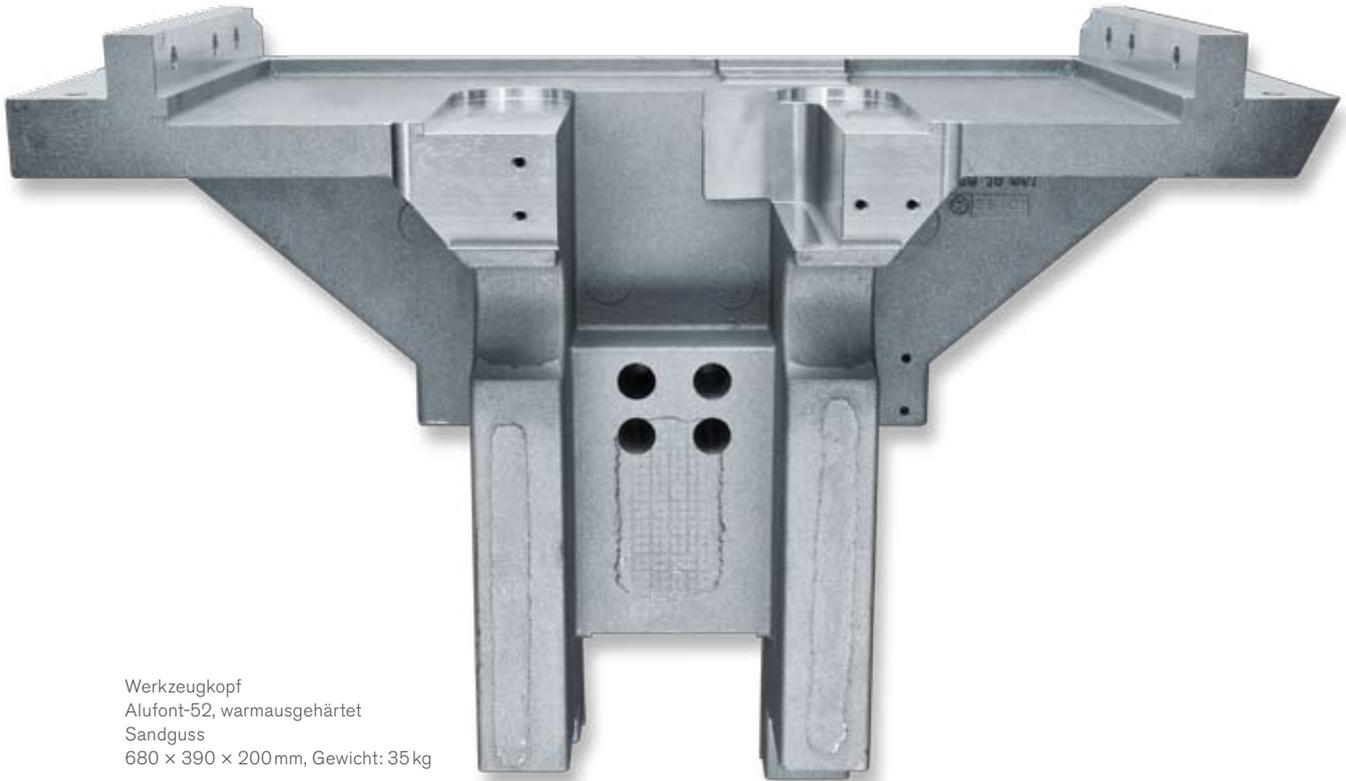


Radsatzlagergehäuse Schienenfahrzeug  
Alufont-52, warmausgehärtet  
Sandguss  
920 × 840 × 330mm, Gewicht: 62kg



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 | <b>4,0–5,0</b> | <b>0,01–0,5</b> | <b>0,15–0,35</b> | 0,05 | <b>0,15–0,35</b> | <b>0,4–1,0 Ag</b> |

## Mechanische Eigenschaften

| Gießverfahren | Behandlungszustand | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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 CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

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

# Thermodur<sup>®</sup>-72 [AlMg7Si3Mn]

## Anwendungsgebiete

Motorenbau, Kurbelgehäuse, Motorenbauteile

## Kennzeichnende Eigenschaften

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

## Legierungskennzeichnung

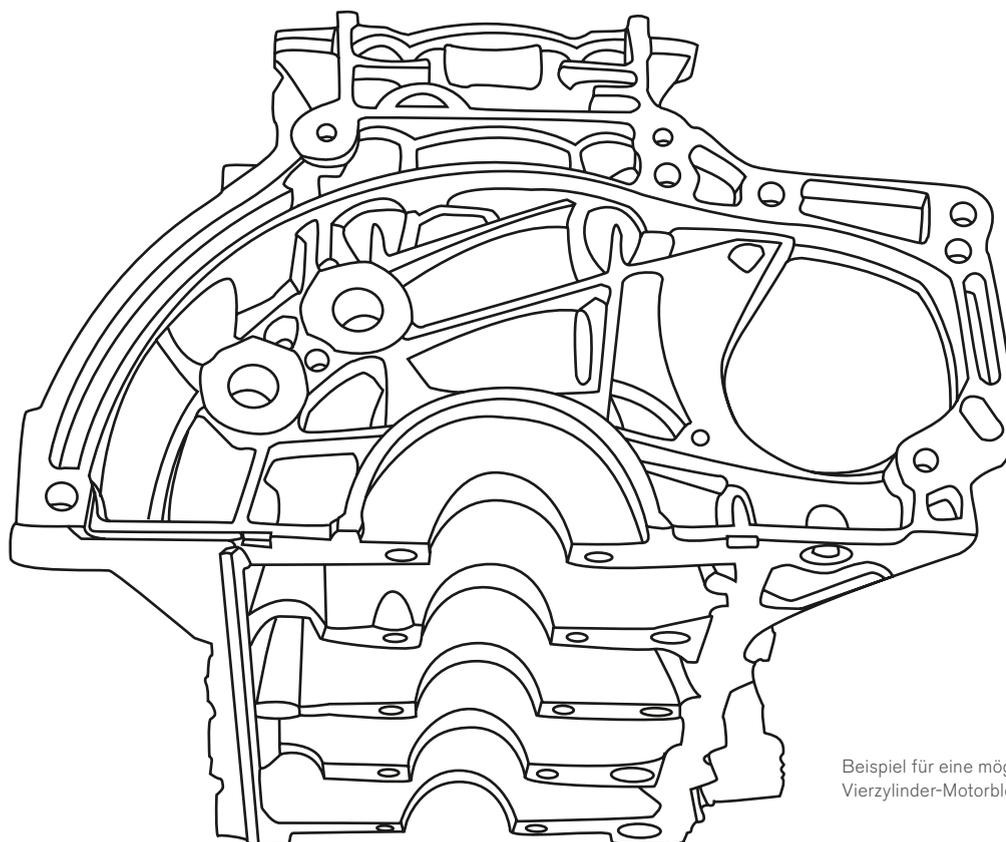
chemisch: AlMg7Si3Mn

## 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<br>Temperatur | Auslagern<br>Zeit | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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<sup>®</sup>-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

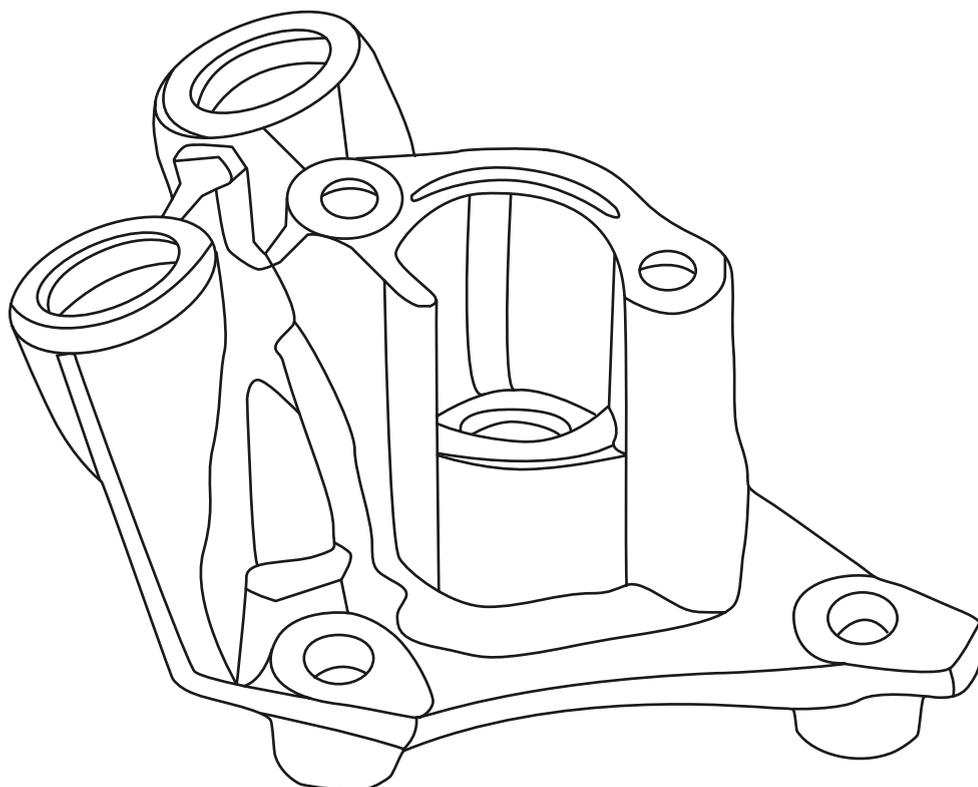
chemisch: AlSi11Cu2Ni2Mg2Mn

## 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<br>Temperatur | Auslagern<br>Zeit | Dehngrenze<br>$R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Zugfestigkeit<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Bruchdehnung<br>A [%] | Brinellhärte<br>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"><li>• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 6–10 min</li><li>• Spüllanze mit feinporösem Kopf benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)</li><li>• Stickstoff abgebende Spülgastablette mit 150–350 l Stickstoff/kg (Tauchglockenverfahren)</li></ul> |
| 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 $2,5 \text{ mm}^2$                                                                                                                                                          |
| 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"><li>• 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)</li></ul>                                                                                                                                                                                  |
| Kokillenguss mit Na                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• 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)</li></ul> 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<sup>®</sup>-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"><li>• 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</li><li>• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)</li><li>• Stickstoff abgebende Spülgastabletten im Tauchglockenverfahren sind wenig geeignet.</li></ul> |
| 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<br>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<br>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 <sub>2</sub> 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"><li>• 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</li><li>• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)</li></ul>                                                                                                                                                                                          |
| 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<br>Temperaturverluste können Vorerstarrungen verursachen und sind daher zu vermeiden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 Formtemperatur                    | 150–250 °C, je nach Gussstück und Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften<br>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 Abstehezeiten 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: &gt; 780 °C.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Gasrotor, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 3–6 min</li><li>• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten</li></ul> <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)<br>Sandguss<br>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"><li>• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 6–10 min</li><li>• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)</li><li>• Stickstoff abgebende Spülgastablette mit 150–350 l Stickstoff/kg (Tauchglockenverfahren)</li></ul> |
| 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 <sup>2</sup> 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"><li>• 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)</li></ul>                                                                                                                                                                                  |
| Kokillenguss mit Na                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• 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)</li></ul> 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<sup>®</sup>-56 [AlMg5Si]

Arbeitsfolge bei der Herstellung von Gussstücken aus Peraluman<sup>®</sup>-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"><li>• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 6–10 min</li><li>• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten. (Abkühlung!)</li><li>• Spülgastabletten erreichen nicht die erforderliche Wirkung!</li></ul> 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)<br>Sandguss<br>Kokillenguss | 700–740 °C<br>710–770 °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 11 Kokillentemperatur                                      | 350–420 °C, je nach Gussstück                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 12 Lösungsglühen                                           | langsames Aufheizen auf 540–550 °C, Glühdauer 4–8 Stunden<br>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<sup>®</sup>-59 [AlMg5Si2Mn]

Arbeitsfolge bei der Herstellung von Druckgussstücken aus Magsimal<sup>®</sup>-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"><li>• Wärmekonvektion</li><li>• Rotor (Impeller)</li><li>• Schmelze-Nachfüllung</li></ul> keine tiefen Öfen mit Deckenheizung bei ruhender Schmelze verwenden!<br>Feuerfestmassen mit hohem Tonerdeanteil verwenden!                                 |
| 7 Entgasen und Reinigen der Schmelze             | <ul style="list-style-type: none"><li>• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7 – 10 l/min Argon oder Stickstoff, 6 – 10 min</li><li>• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)</li><li>• Spülgastabletten erreichen nicht die erforderliche Wirkung!</li></ul> |
| 8 Abkrätzen                                      | sorgfältiges Abkrätzen erforderlich<br>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"><li>• wirkungsvolle Reinigung und schnellste Methode mit schnell laufendem Rotor zur Gaseinleitung, 7–10 l/min Argon oder Stickstoff, 6–10 min</li><li>• Spüllanze mit feinporösem Kopf, benötigt längere Behandlungszeiten (Abkühlung!)</li><li>• stickstoffabgebende Spülgastablette mit 150–350 l Stickstoff/kg (Tauchglockenverfahren)</li></ul>                                                                                                                                                                                                           |
| 6 Abstehen und Abkrätzen                                  | ca. 10 Minuten abstehen lassen, dann sorgfältig abkrätzen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 7 Kornfeinung                                             | Kornfeinungsmittel auf TiB <sub>2</sub> -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)<br>Sandguss<br>Kokillenguss | variiert je nach Gießverfahren sowie Gestalt, Größe und Wanddicke der Gussstücke:<br>720–760 °C<br>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"><li>• dünnwandige Gussstücke (&lt; 8 mm Wanddicke):<br/>beliebiges, doch nicht zu schnelles Aufheizen auf 525–535 °C;<br/>halten während 8–10 Stunden; Abschrecken in Wasser (20–50 °C)</li><li>• dickwandige Gussstücke (&gt; 8 mm Wanddicke):<br/>langsameres Aufheizen auf 520–530 °C; Halten während 12–18 Stunden;<br/>Abschrecken in Wasser (20–50 °C)</li><li>• Sehr dickwandige Gussstücke (&gt; 20 mm Wanddicke) werden mit einer Stufenglühlung lösungsgeglüht.</li></ul> |
| 12 Stufenglühlung                                         | 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<br>0,1-0,3 Zr<br>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<br>0,10-0,40 Co<br>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-<br>bezeichnung | Chemische<br>Bezeichnung | Gieß-<br>verfahren      |     | 0,2%-Dehngrenze                 | Zugfestigkeit              | Bruchdehnung  | Brinellhärte    | BWF*                  |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------|-----|---------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------|-----------------------|
|                            |                          | Behand-<br>lungszustand |     | $R_{p0,2}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $R_m$<br>N/mm <sup>2</sup> | A<br>%        | HBW<br>5/250-30 | $\sigma_{bw}$<br>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-<br>bezeichnung | Chemische<br>Bezeichnung | Gieß-<br>verfahren | Behand-<br>lungszustand | 0,2%-Dehngrenze                        | Zugfestigkeit                       | Bruchdehnung  | Brinellhärte    | BWF*                    |         |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|---------|
|                            |                          |                    |                         | R <sub>p0,2</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | R <sub>m</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | A<br>%        | HBW<br>5/250-30 | σ <sub>bw</sub><br>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 <sup>1)</sup>               | 155                                 |               | 2               |                         |         |
|                            |                          |                    | D                       | 225°C/500h <sup>1)</sup>               | 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

<sup>1)</sup> 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 berücksichtigt erste Anschmelzerscheinungen infolge Seigerungen im Gussgefüge, die besonders bei schneller Aufheizung erheblich unterhalb der theoretischen Gleichgewichtstemperatur auftreten können.

| Markenname       | Chemische Bezeichnung | Dichte<br>(Richtwert) | E-Modul            | Linearer<br>Wärmeausdehnungs-<br>koeffizient 20–200 °C | Wärmeleitfähigkeit<br>20–200 °C |
|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                  |                       | kg/dm <sup>3</sup>    | kN/mm <sup>2</sup> | $\frac{1}{K} \times 10^{-6}$                           | $\frac{W}{K \times cm}$         |
| 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

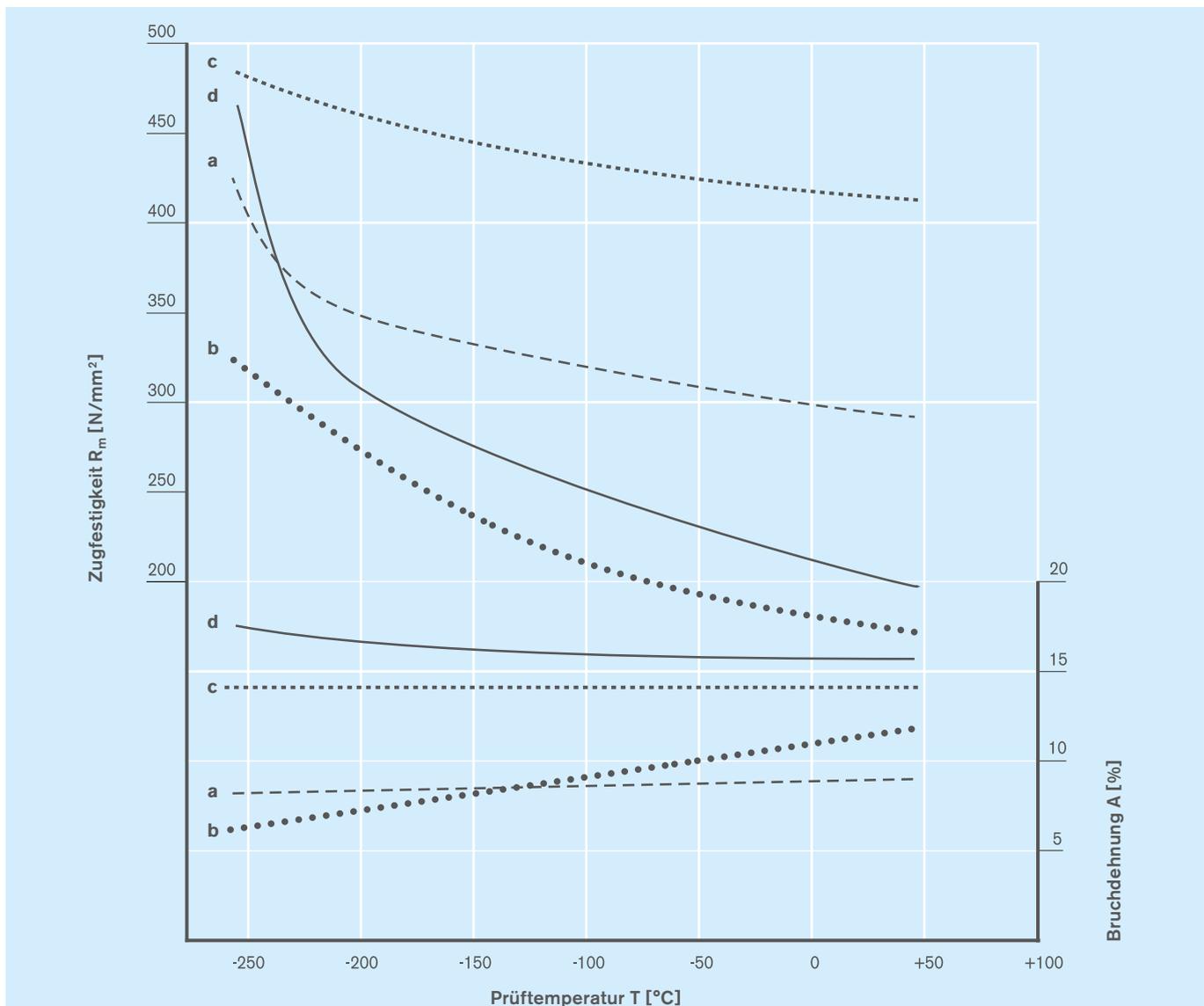
Im Gegensatz zu den meisten Eisen-Kohlenstoff-Legierungen verspröden Aluminiumlegierungen selbst bei tiefen Temperaturen nicht. Zugfestigkeit, Biegezugfestigkeit und Schlagzähigkeit nehmen mit sinkender Temperatur stetig zu, die Bruchdehnung nimmt in der Regel leicht ab.

## 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**

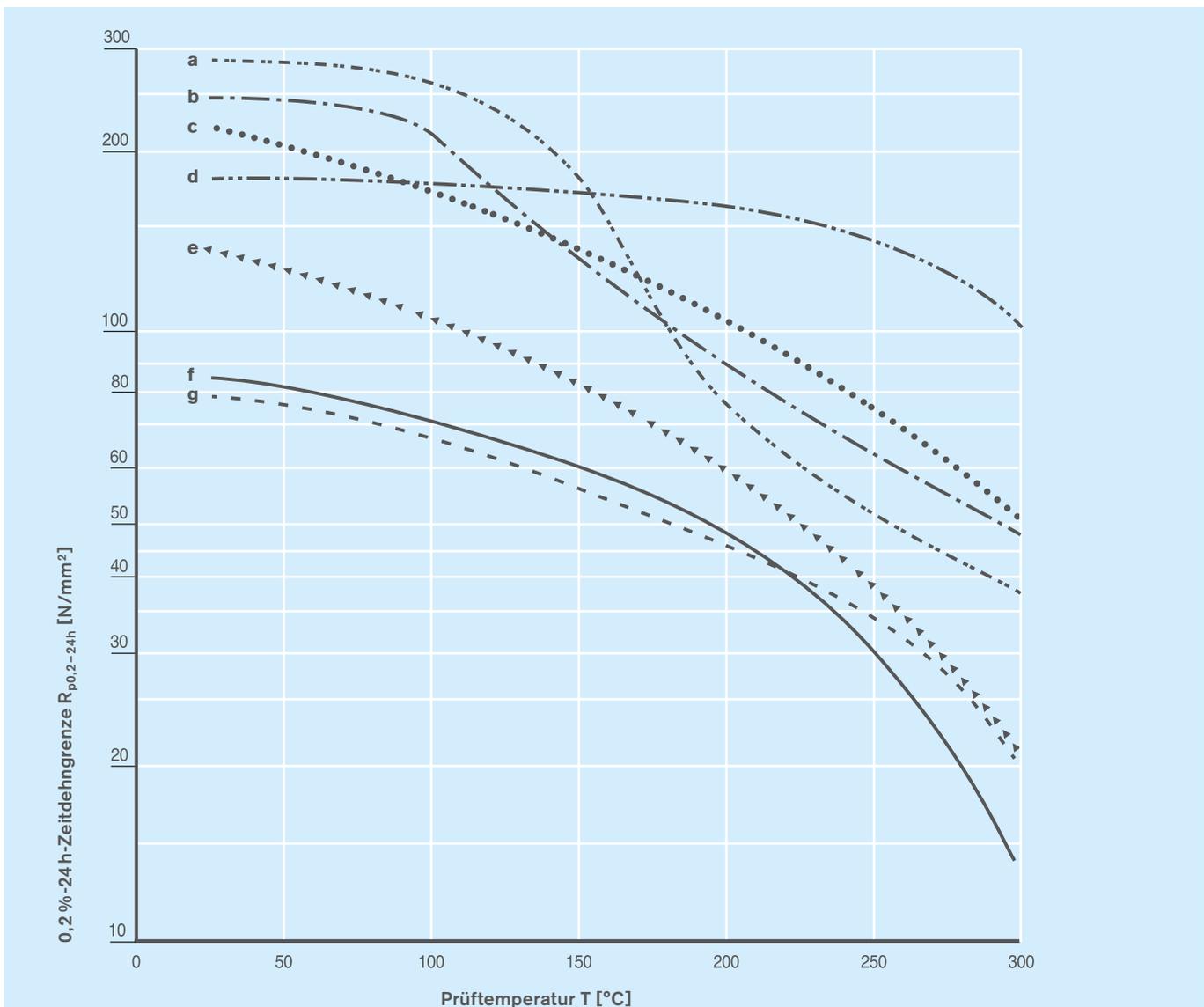
|   |                |              |                            |            |     |
|---|----------------|--------------|----------------------------|------------|-----|
| a | Anticorodal-70 | Kokillenguss | warmausgehärtet            | AlSi7Mg0,3 | T6  |
| b | Silafont-13    | Sandguss     | Gusszustand                | 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 Zeitdehngrenze 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

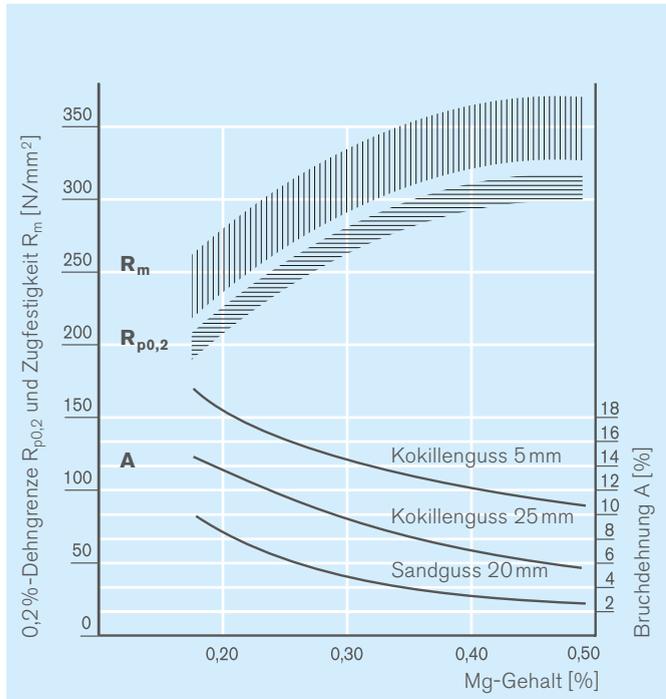


Abb. 1: Einfluss des Magnesiumgehaltes in verschiedenen Kokillengussstücken aus Anticorodal-70, AlSi7Mg0,3 T6 mit unterschiedlichen Wanddicken auf die mechanischen Eigenschaften. Die Gussstücke wurden nach dem Lösungsglühen sofort in Wasser abgeschreckt

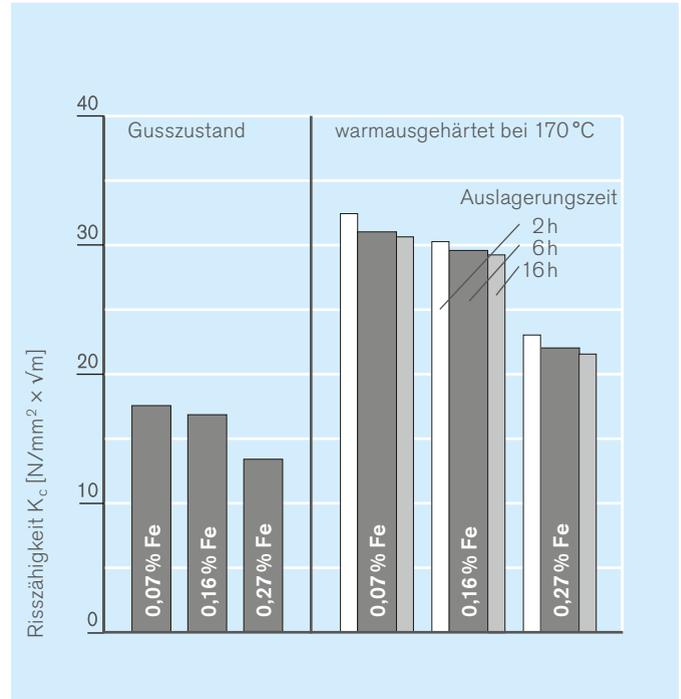


Abb. 2: Einfluss des Eisengehaltes auf die Risszähigkeit bei Silafont-30, AlSi9Mg als strontiumveredelte Kokillengussprobe

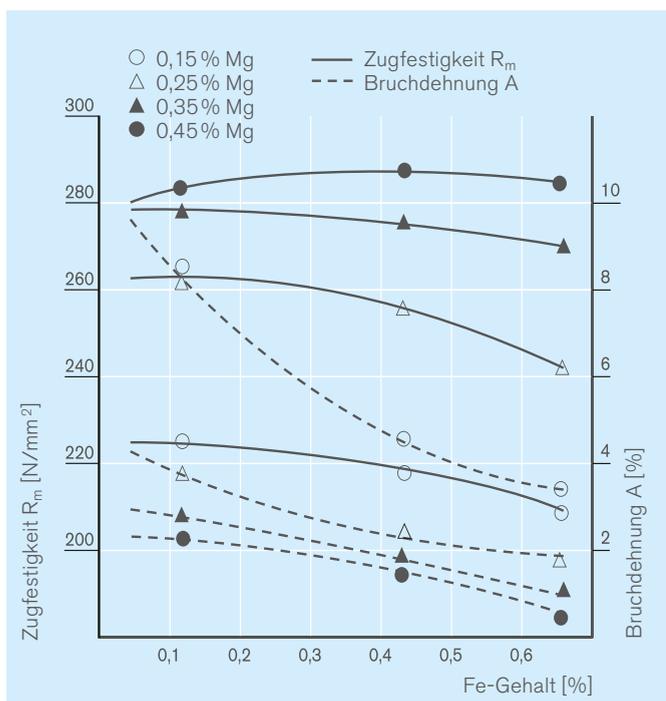


Abb. 3: Einfluss des Mg- und Fe-Gehaltes in warmausgehärteten Sandgussprobtestäben, 16mm Durchmesser aus Silafont-30, AlSi9Mg T6 auf Zugfestigkeit und Bruchdehnung

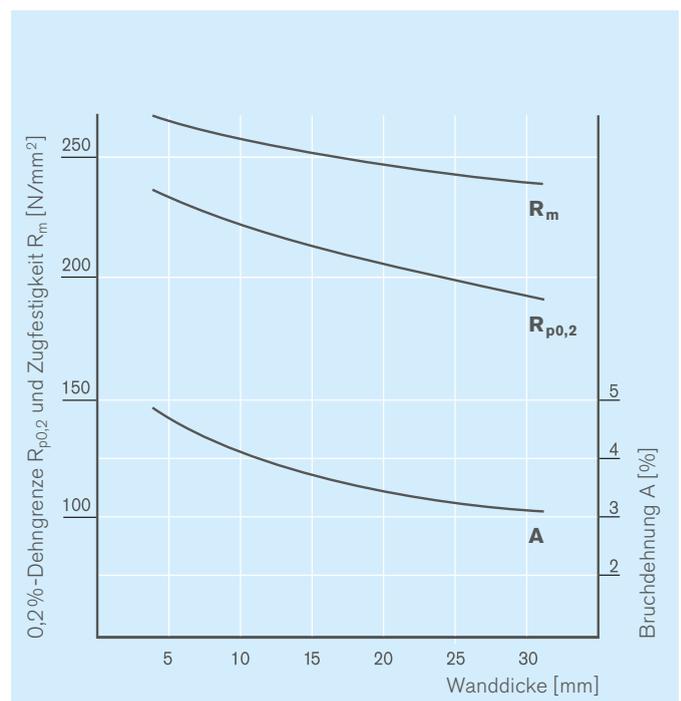


Abb. 4: Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften von der Wanddicke warmausgehärteter Sandgussstücke aus Anticorodal-70, AlSi7Mg0,3 T6

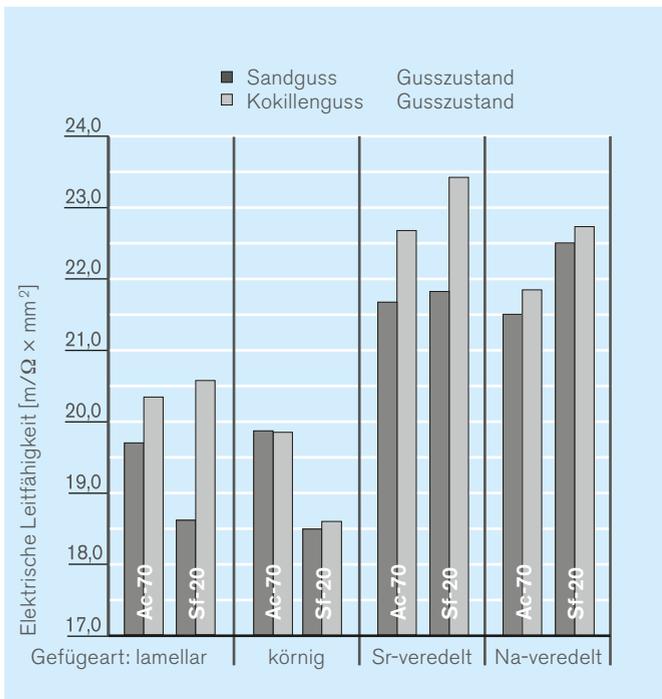


Abb. 5: Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von der Gefügemodifikation einer Anticorodal-70, AlSi7Mg0,3 und einer Silafont-20, AlSi11Mg im Gusszustand

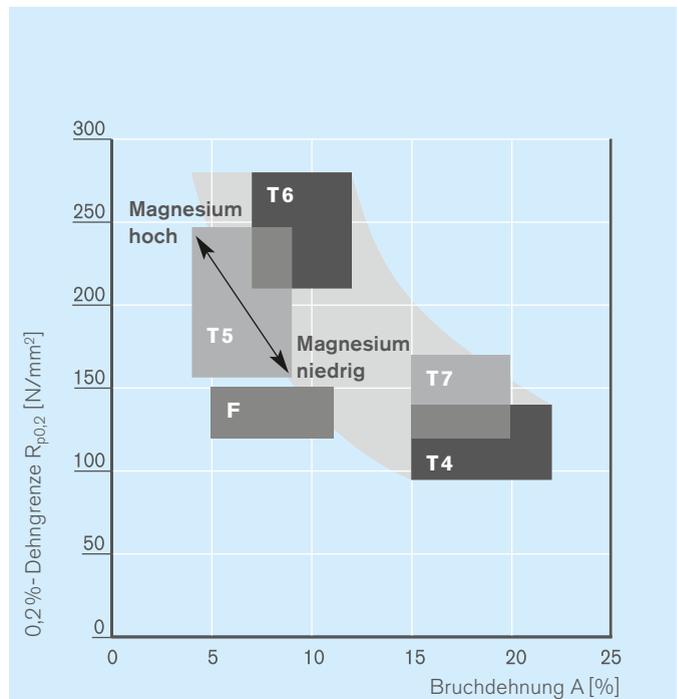


Abb. 6: Variationsbreite der mechanischen Werte von der Druckgusslegierung Silafont-36, AlSi9MgMn durch verschiedene Wärmebehandlungszustände und Magnesium-Gehalt

### 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  $\mu$  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.

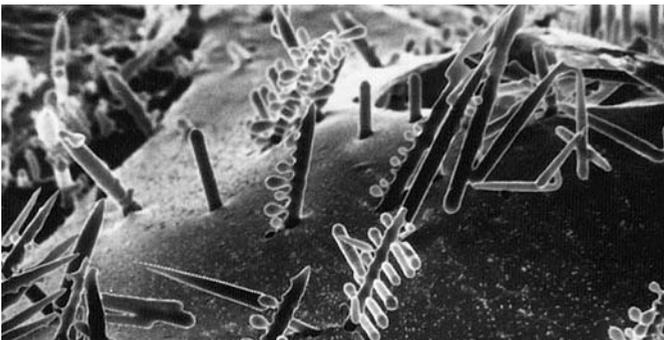


Abb. 1: Dendriten senkrecht zur Gussoberfläche wachsend

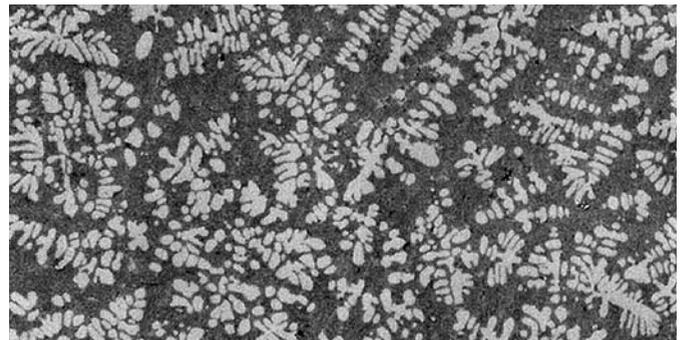


Abb. 3: Gefeierte Dendriten

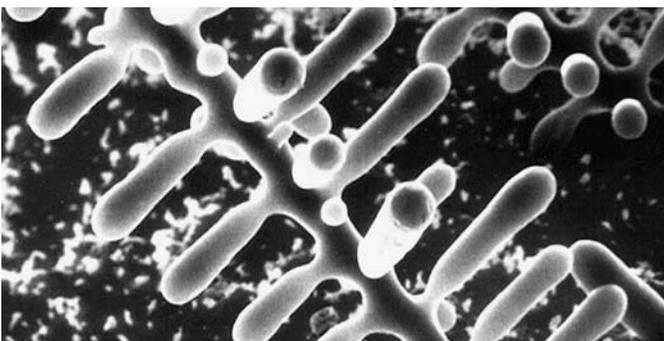


Abb. 2: Zusammenwachsen der Dendriten



Abb. 4: Aluminium-Körner, bestehend aus Dendriten

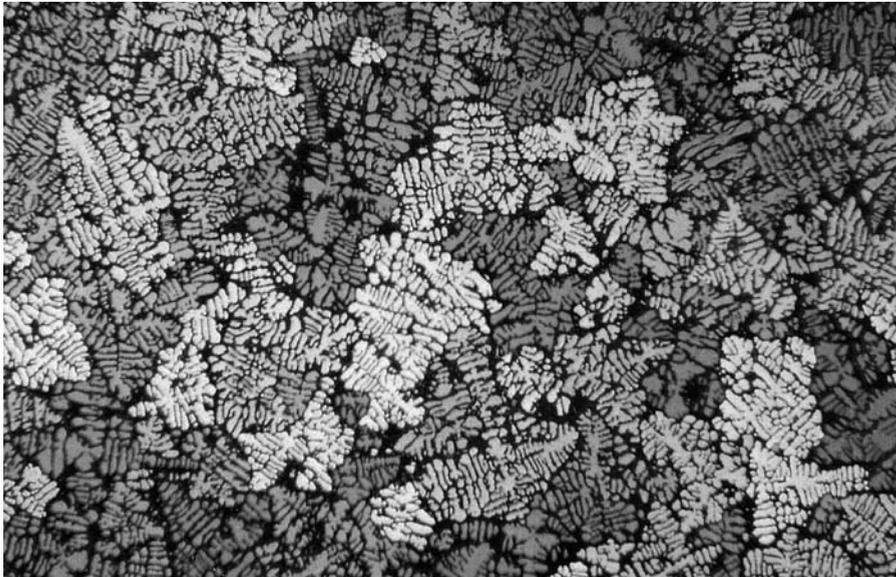


Abb. 5 oben: Anticorodal-70, Aluminium-Körner vor der Kornfeinung  
 Abb. 5 unten: Anticorodal-70, Aluminium-Körner nach der Kornfeinung

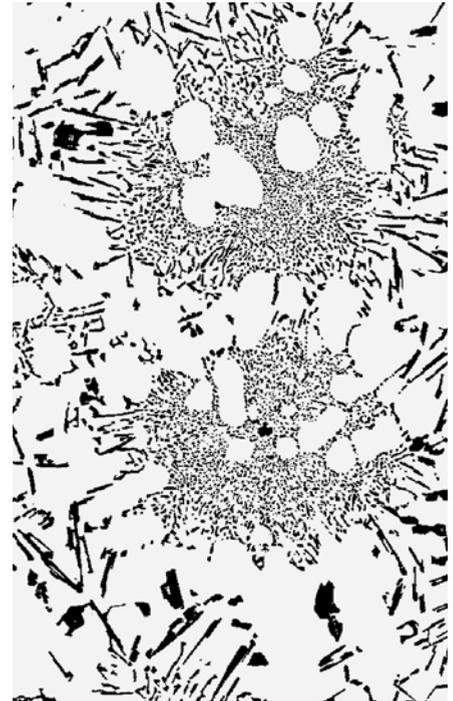


Abb. 6: Silafont-30, eutektische AlSi-Körner

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.

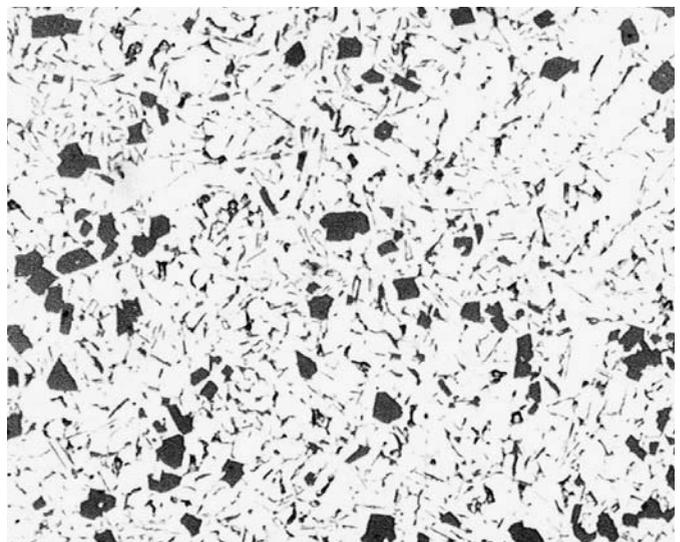
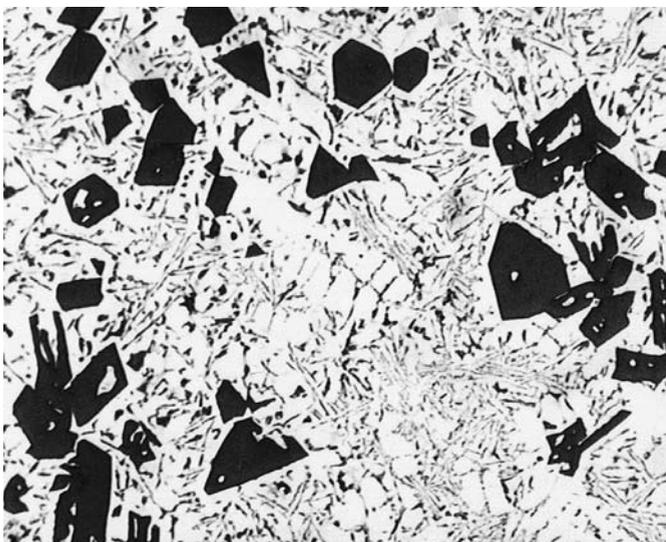


Abb. 7 links: Silafont-90, Kornfeinung von Primärsilizium durch Phosphor vor der Kornfeinung  
 Abb. 7 rechts: Silafont-90, Kornfeinung von Primärsilizium durch Phosphor nach der Kornfeinung

### **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.

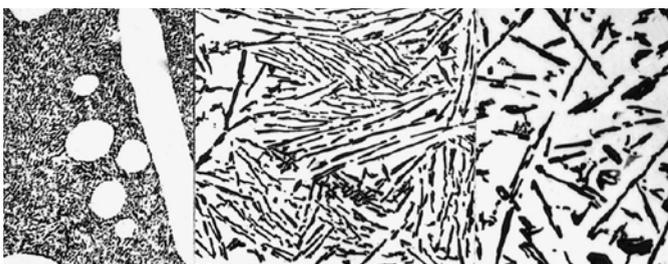


Abb. 1: Gefügemodifikationen des AlSi-Eutektikums: körnig, lamellar, veredelt



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.

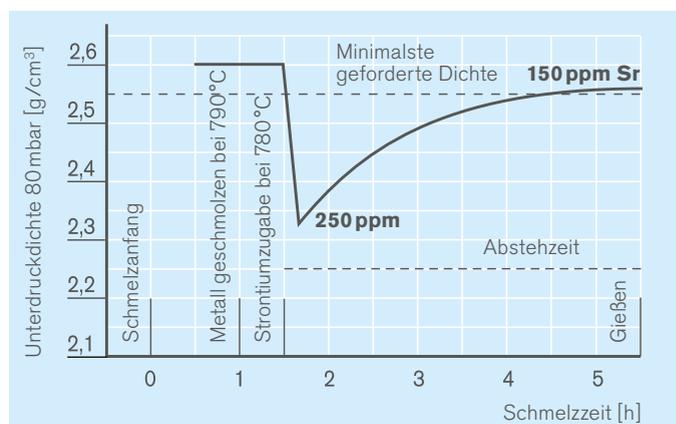


Abb. 3: Schmelzequalität nach der Veredelung

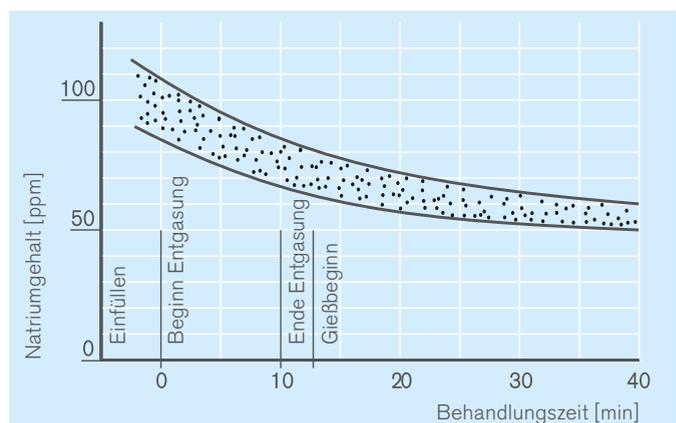


Abb. 4: Natriumgehalte vor und nach der Schmelzeentgasung mittels Rotor bei Silafont-30 AlSi9Mg

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<br>$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] |         | Dehnung<br>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.

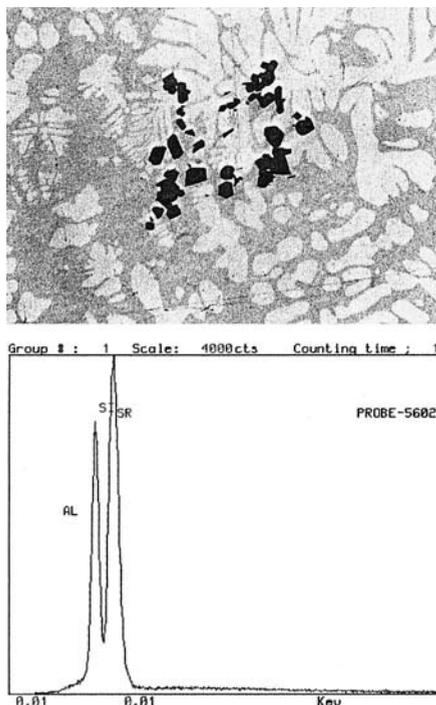


Abb.8: Intermetallische SrSi-Phasen im AlSi-Gussgefüge

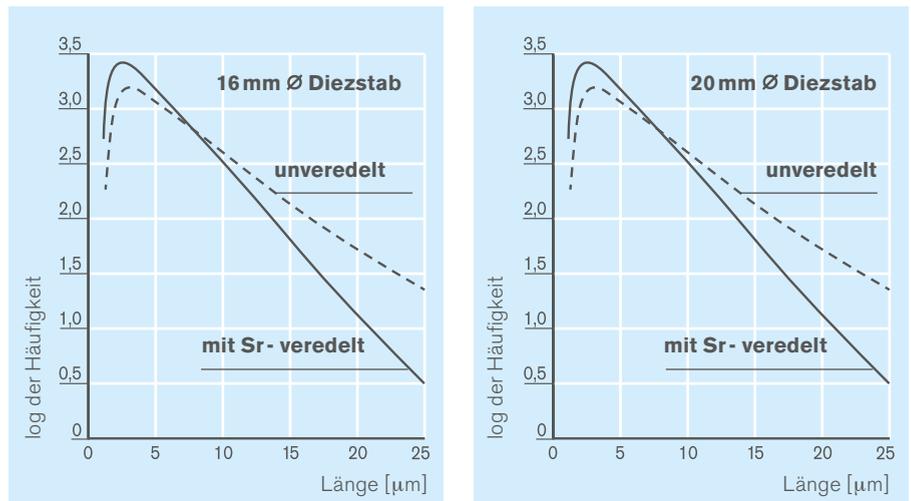


Abb. 5: Länge der Silizium- und intermetallischen Teilchen im unveredeltem und strontiumveredeltem Anticorodal-70, AlSi7Mg0,3

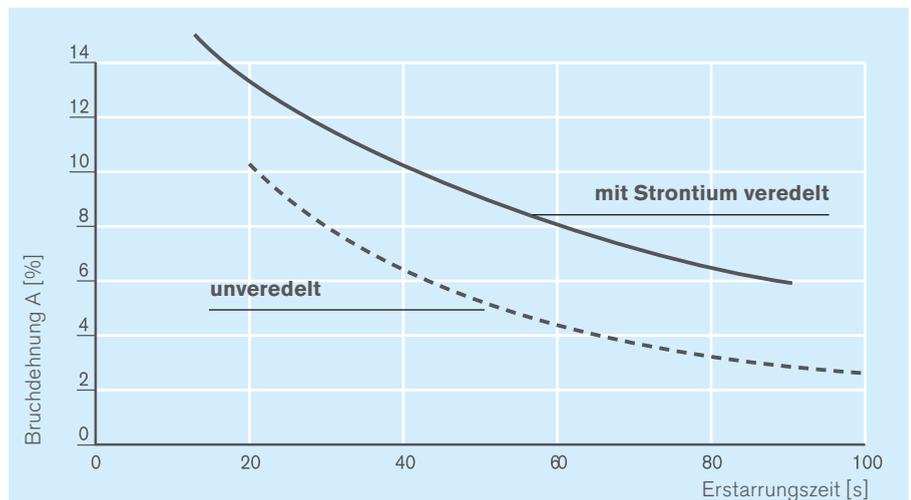


Abb. 6: Abhängigkeit der Bruchdehnung von der Erstarrungszeit bei Anticorodal-70 T6, unveredelt und strontiumveredelt

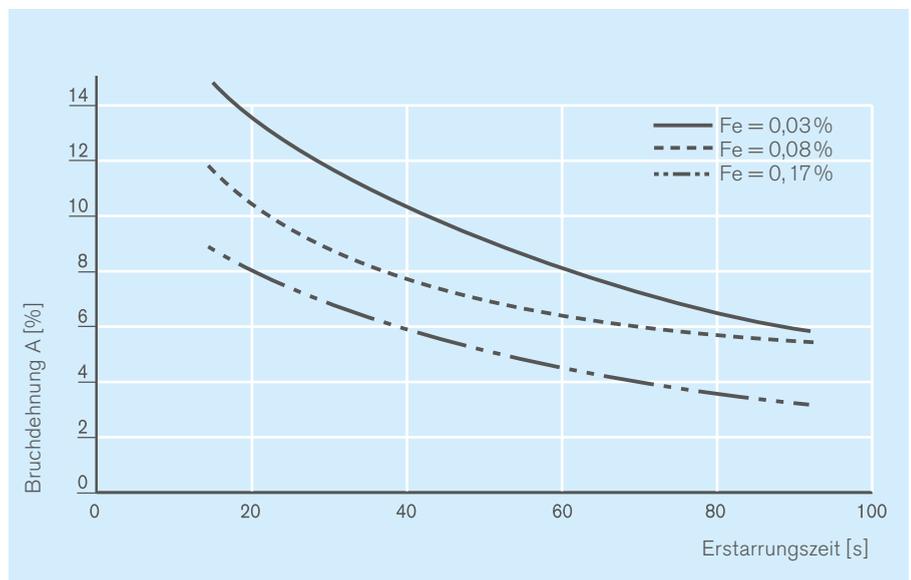


Abb. 7: Abhängigkeit der Dehnung vom Eisengehalt bei Anticorodal-70 dv T6

## 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 m<sup>2</sup> Badfläche.

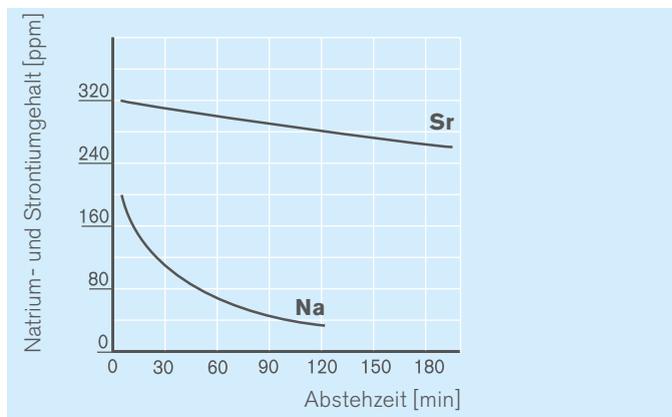


Abb. 9: Natrium- und Strontium-Abbrand in Silafont-13

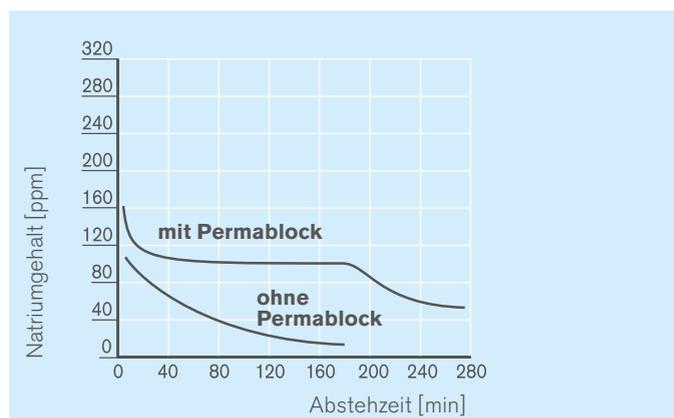


Abb. 10: Kompensation des Natrium-Abbrandes durch einen Permablock

## 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).

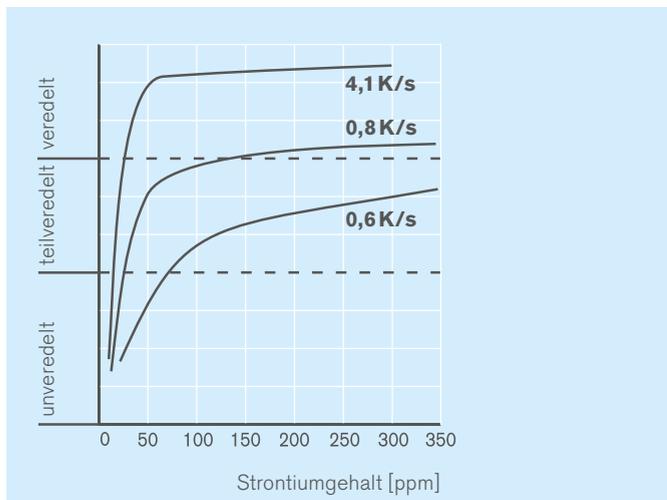


Abb. 11: Notwendige Strontiumgehalte zum Erreichen der Veredelungsgrade bei unterschiedlich schnell erstarrten Gussstücken aus Anticorodal-70

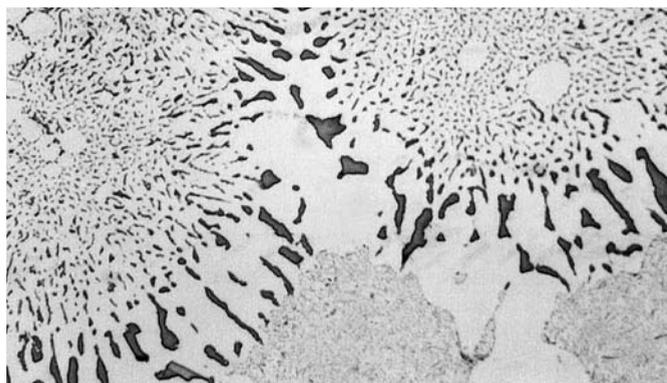


Abb. 12: Überveredelungsadern in AlSi12

Auch die örtliche Natrium-Überveredelung in der Schmelze setzt bereits die Schmelzequalität herab und verschlechtert die innere Speisung im Gussstück. Die einmal stattgefundenene 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.

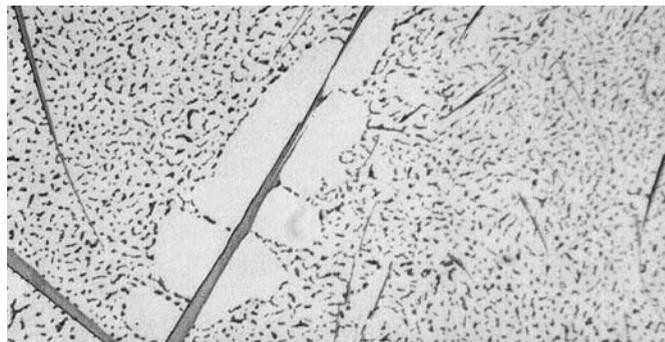


Abb. 13: Ansammlung von eisenhaltigen, intermetallischen, plattenartigen Phasen in überveredeltem AlSi12

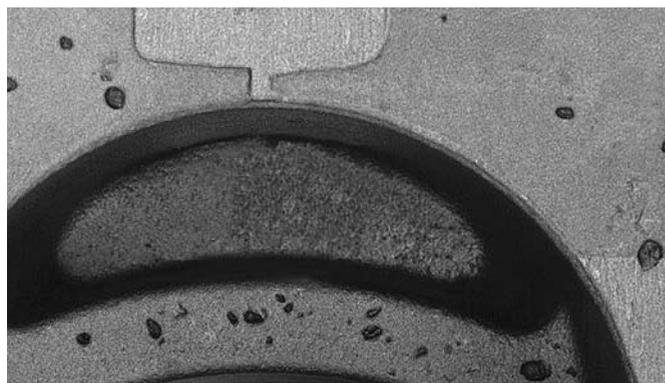


Abb. 14: Gussporen, freigelegt durch Oberflächenstrahlen des Gussstückes

# 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-

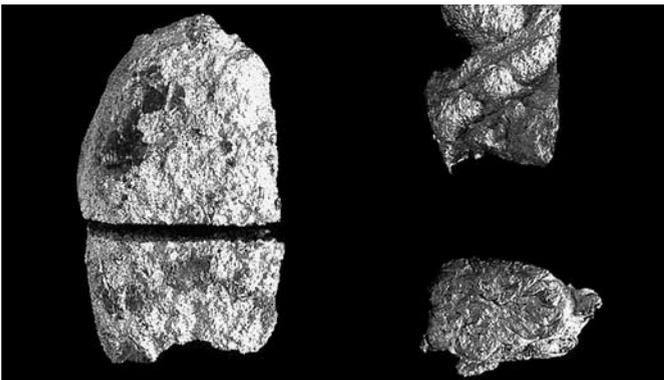


Abb. 1: Oxidhautkokons

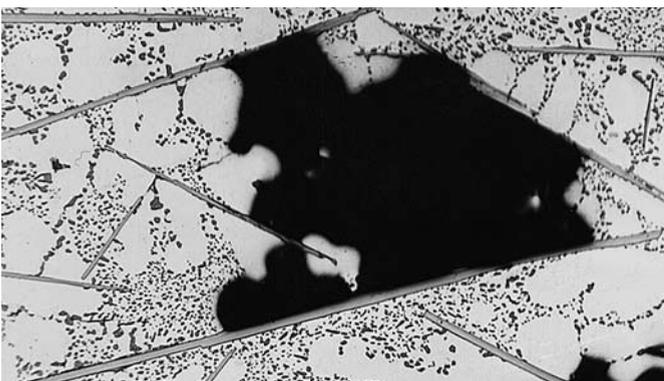


Abb. 2: Ausgeseigerte AlFeSi-Platten

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 AlFeMnSi-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.

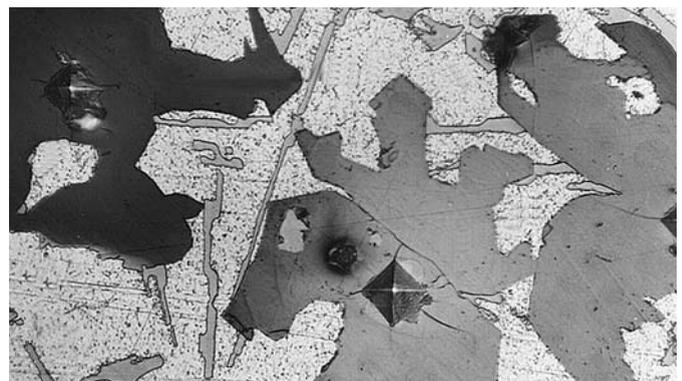


Abb. 3: Kompakte AlMnFeSi-Ausscheidungen

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  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -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 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Periklas ( $\text{MgO}$ ), Spinell ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ), Oxidhydrat (OAlOH), Zirkoniumoxid ( $\text{ZrO}_2$ ) oder Quarz ( $\text{SiO}_2$ ). 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

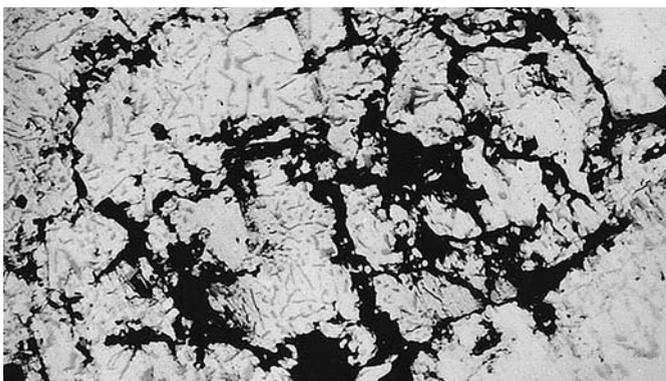


Abb. 4: Zusammengeballte Oxidhäute, Oxidknäuel

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 lebhafte 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  $2,55 \text{ g/cm}^3$ .

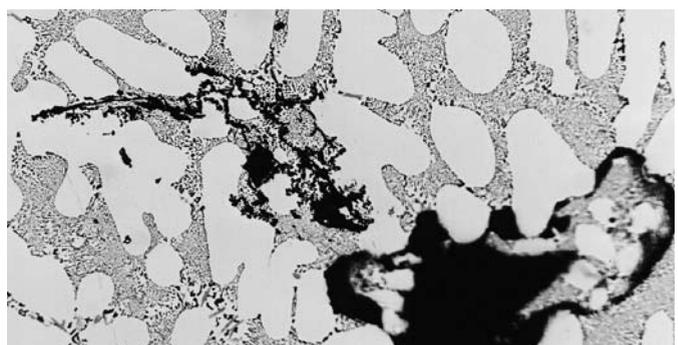


Abb. 5: Reaktionsblase mit Oxidhautnest

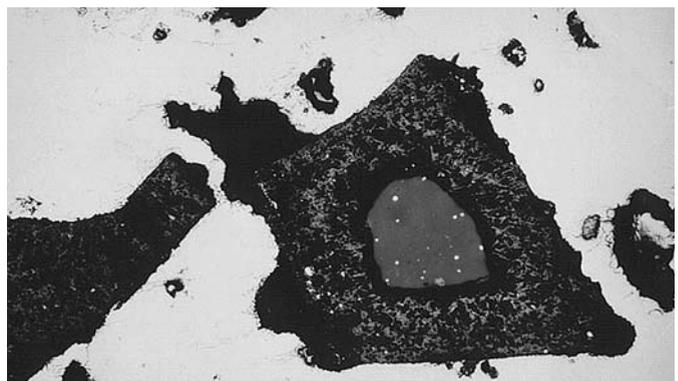


Abb. 6: Kristallisierte Oxide

# 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 spürend. 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.

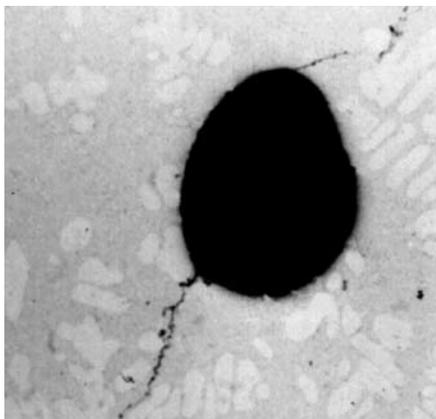
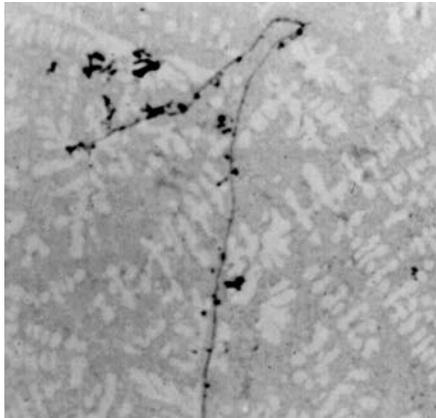
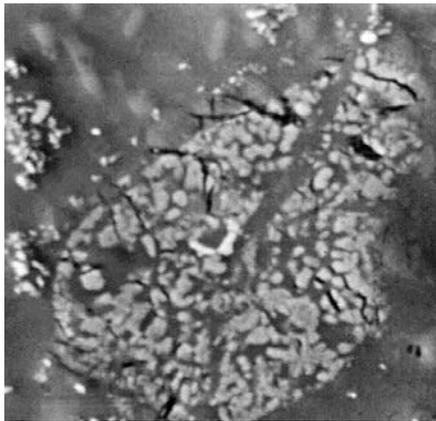


Abb. 1: Verschiedene Oxidarten (von oben):  
Kompaktes Oxid;  
flockenartiges Oxid;  
Oxidhaut;  
Oxidhaut mit Gasblase

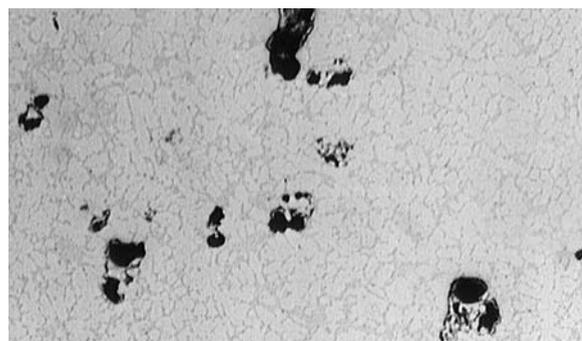


Abb. 2: Ansammlung von Oxidhäuten mit eingeschlossenen Gasblasen

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).

Kokillengießereien 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.

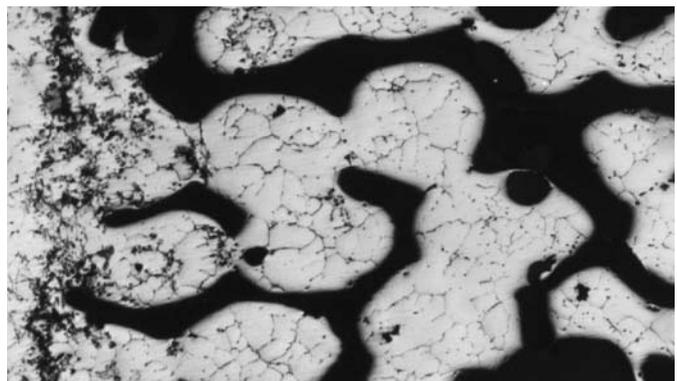


Abb. 3: Schaumkeramikfilter; schwarz = Keramik Durchströmung von links nach rechts

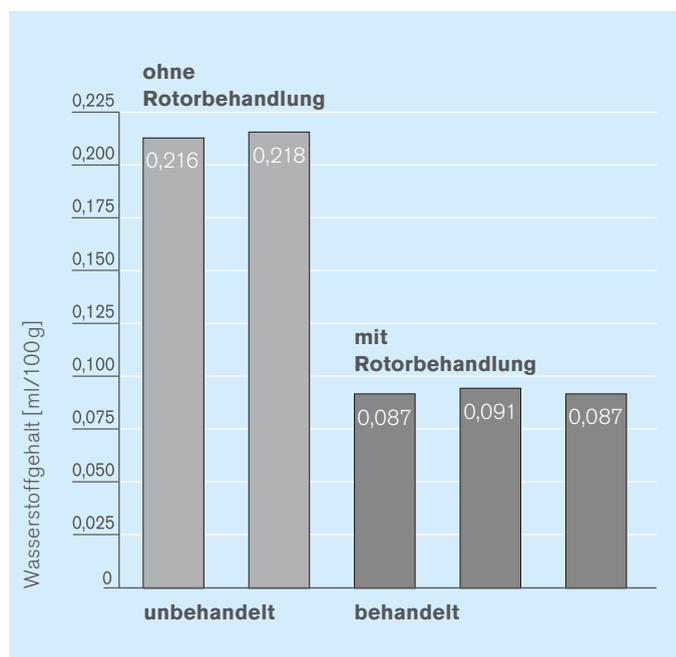


Abb. 4: Wirkung eines Rotors im Durchlaufreinigungsverfahren

# 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/cm<sup>3</sup>. Dagegen besitzt die unter 80 mbar erstarrte Probe ein aufgelockertes, poriges Gefüge und eine geringere Dichte von 2,35 g/cm<sup>3</sup>. 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 <sup>3</sup> |
| AlCu-Legierungen   | 2,65 g/cm <sup>3</sup> |
| AlMg-Legierungen   | 2,55 g/cm <sup>3</sup> |
| AlZnSi-Legierungen | 2,75 g/cm <sup>3</sup> |
| AlSiCu-Legierungen | 2,65 g/cm <sup>3</sup> |

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 |

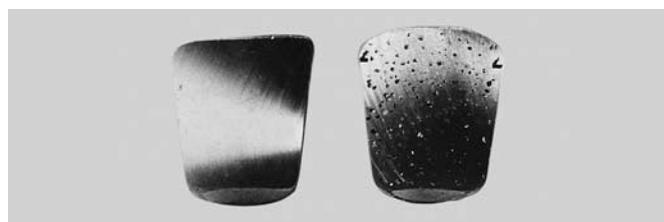


Abb. 1: Aufgeschnittene Proben einer Unterdruckdichte-Prüfung mit Anticorodal-70 dv

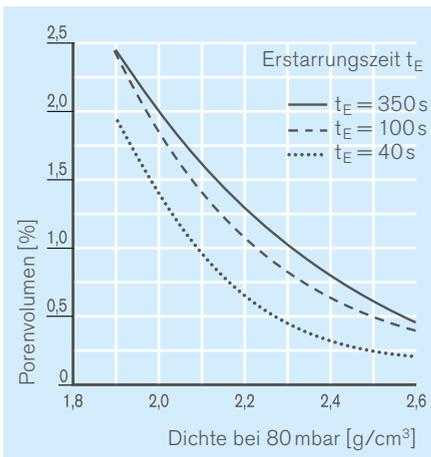


Abb. 2: Abhängigkeit des Porenvolumens in Gussgefüge von der Unterdruckdichte bei 80 mbar

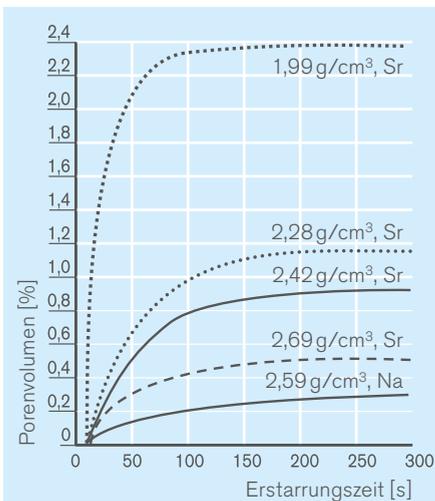


Abb. 3: Abhängigkeit des Porenvolumens im Gussgefüge von der Erstarrungszeit für Schmelzen mit verschiedenen Unterdruckdichten

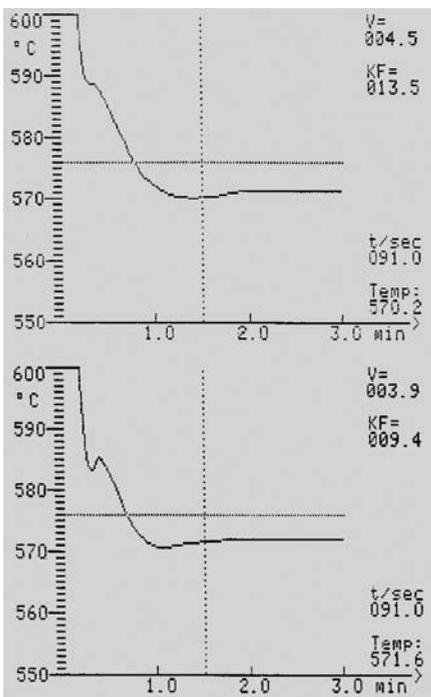


Abb. 4: Ausdrücke der Thermoanalyse

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  $\pm 5$  °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.

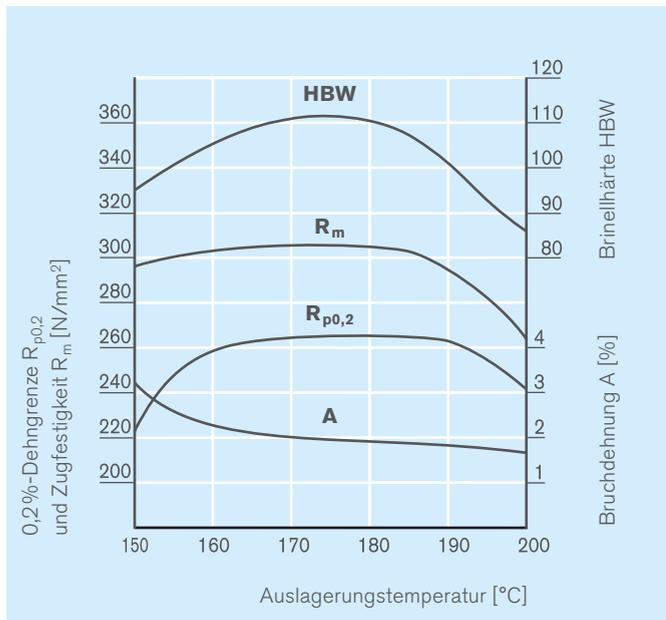


Abb. 1: Einfluss der Warmauslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Silafont-30, AlSi9Mg, Sandguss. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden, Magnesiumgehalt 0,28%

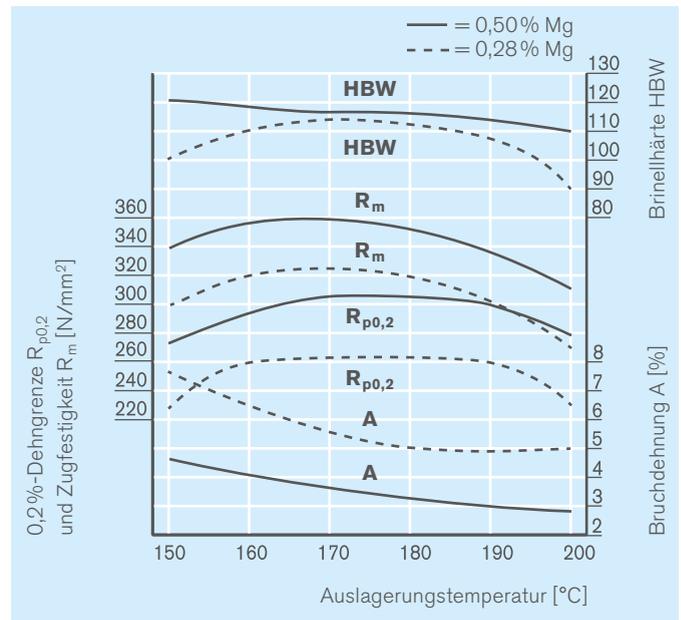


Abb. 2: Einfluss der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Silafont-30 dv, AlSi9Mg, Kokillenguss mit 0,28 und 0,50% Magnesium. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden

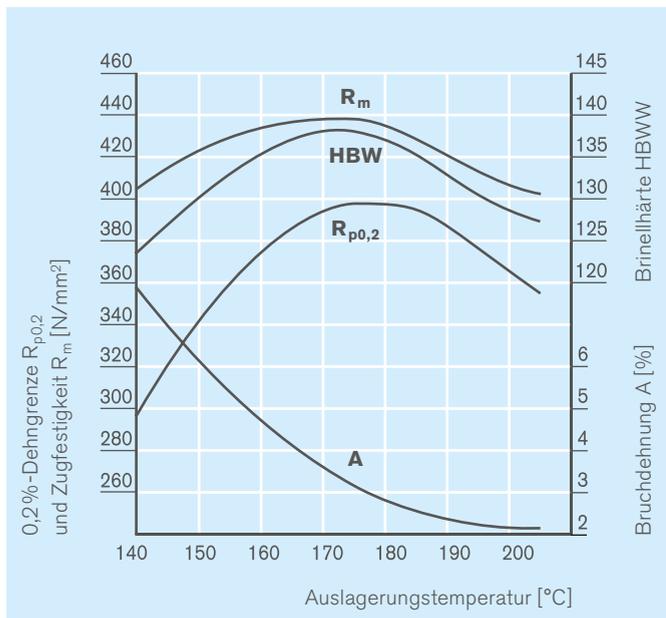


Abb. 3: Einfluss der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Alufont-52, AlCu4Ti, Sandguss. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden

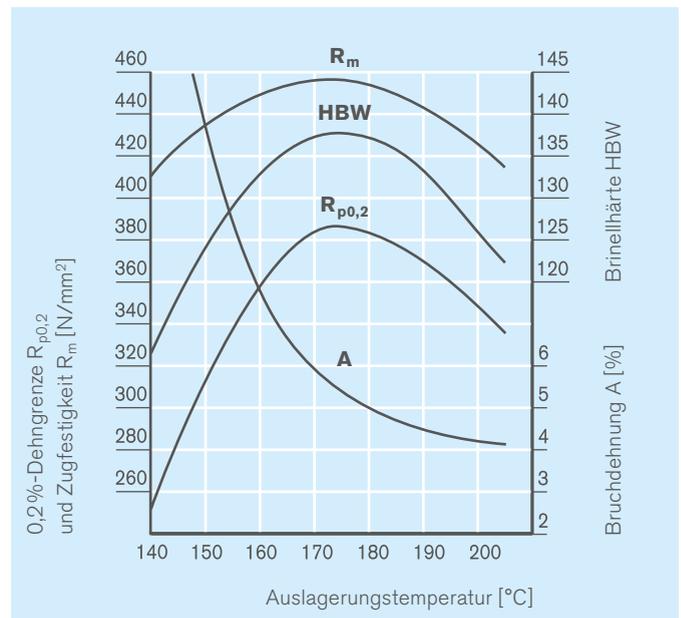


Abb. 4: Einfluss der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Alufont-52, AlCu4Ti, Kokillenguss. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden

## 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.

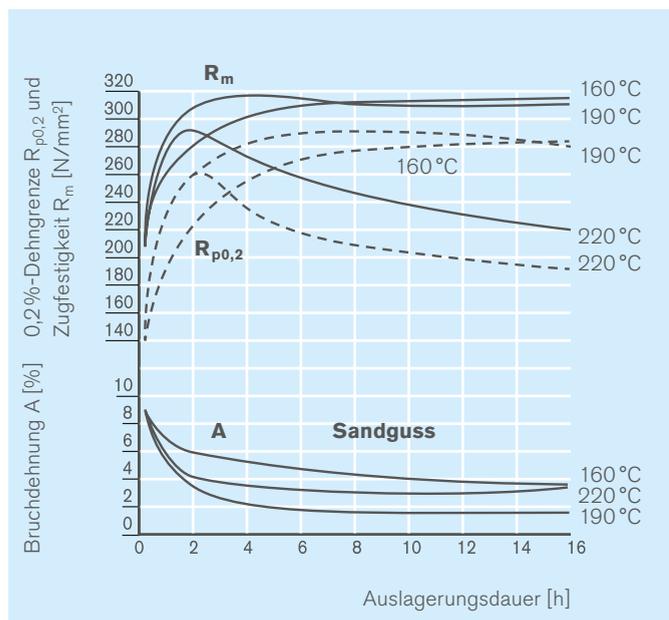


Abb. 5: Festigkeit und Dehnungseigenschaften einer Anticorodal-70, AlSi7Mg0,3 nach dem Lösungsglühen abgeschreckt. Warmausgehärtet bei verschiedenen Temperaturen über verschieden lange Zeiten

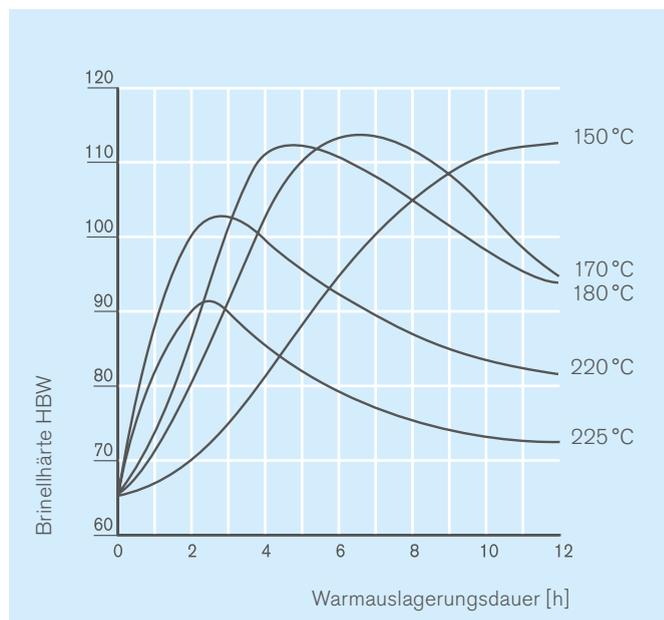


Abb. 6: Härteverlauf einer Silafont-30, AlSi9Mg, Kokillenguss. Warmaushärtung bei verschiedenen Temperaturen über verschieden lange Zeiten nach Lösungsglühen und Abschrecken

### 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.

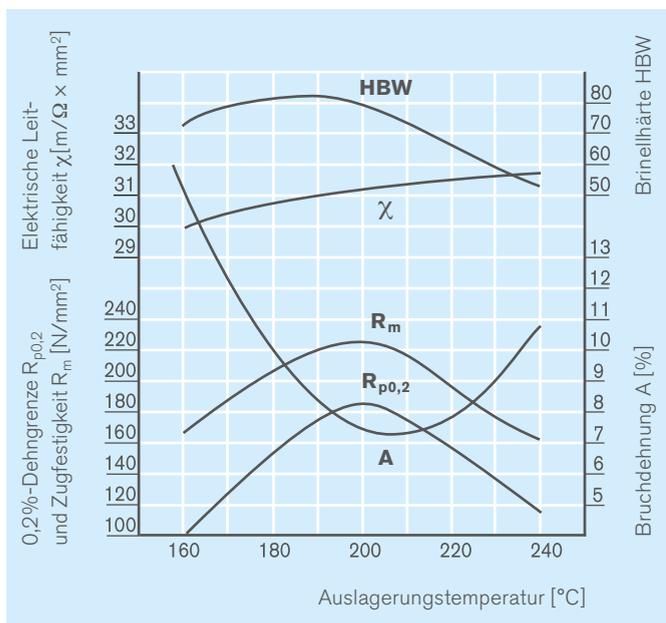


Abb. 7: Einfluss der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Anticorodal-04, AlSi0,5Mg. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden

### 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.

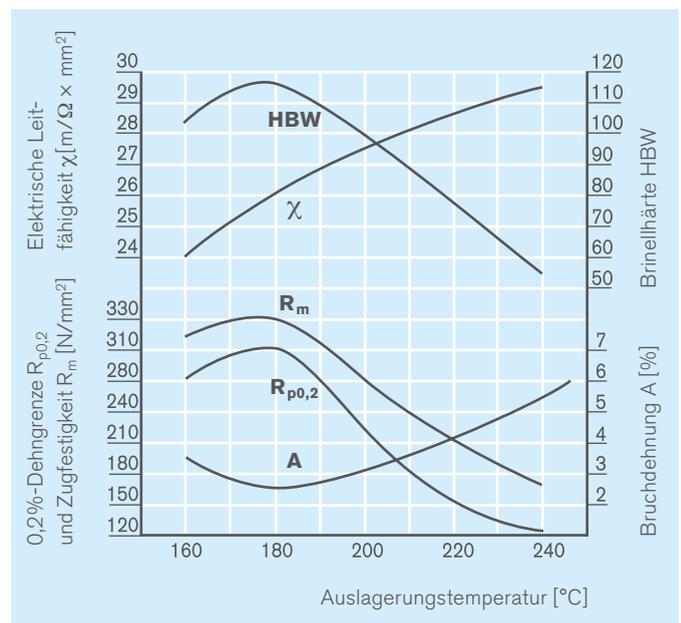


Abb. 8: Einfluss der Auslagerungstemperatur auf die Eigenschaften von Anticorodal-71, AlSiMg0,3. Auslagerungsdauer jeweils 7 Stunden

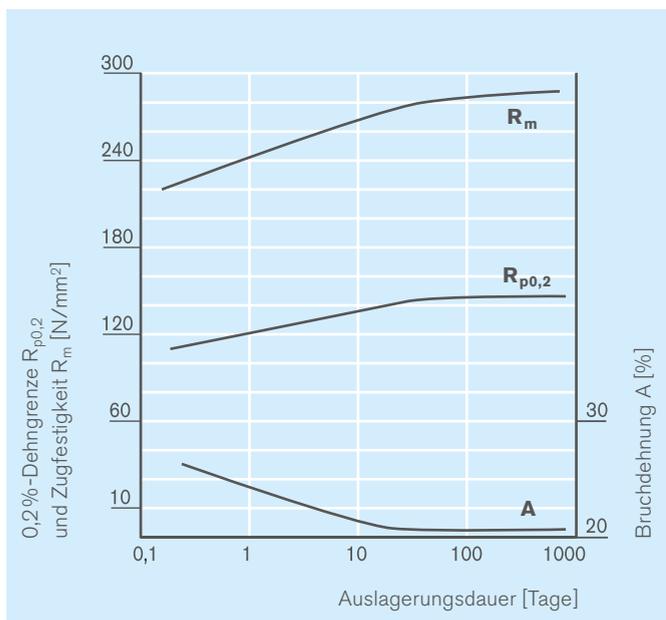


Abb.10: Mechanische Eigenschaften an französischen Kokillenguss-Zugprobtestäben aus der selbstaushärtenden Legierung Castadur-30, AlZn3Mg3Cr in Tagen nach dem Abguss

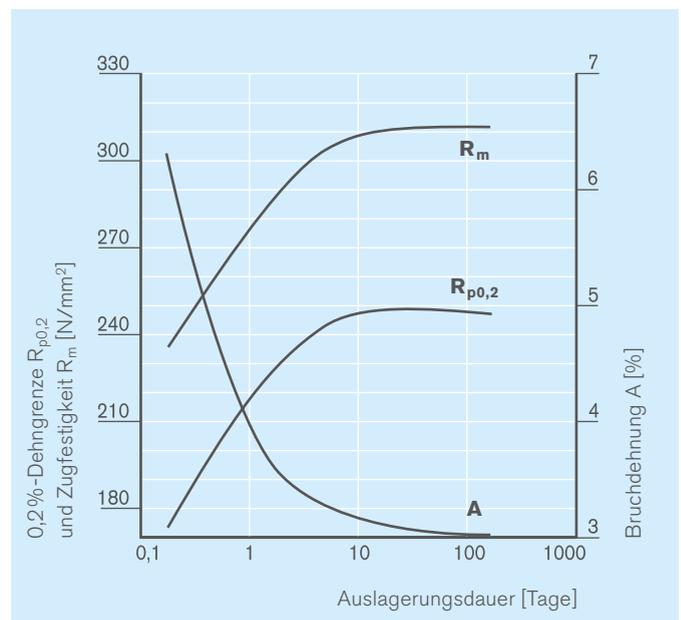


Abb.10: Mechanische Eigenschaften an Kokillenguss-Zugprobtestäben mit 16mm Ø aus der selbstaushärtenden Legierung Unifont-90, AlZn10Si8Mg in Tagen nach dem Abguss

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 Lufteinschlüsse 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 wärmestabiles 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 ( $\sigma_w$ ).

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 Grenzschnitzspielzahl 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.

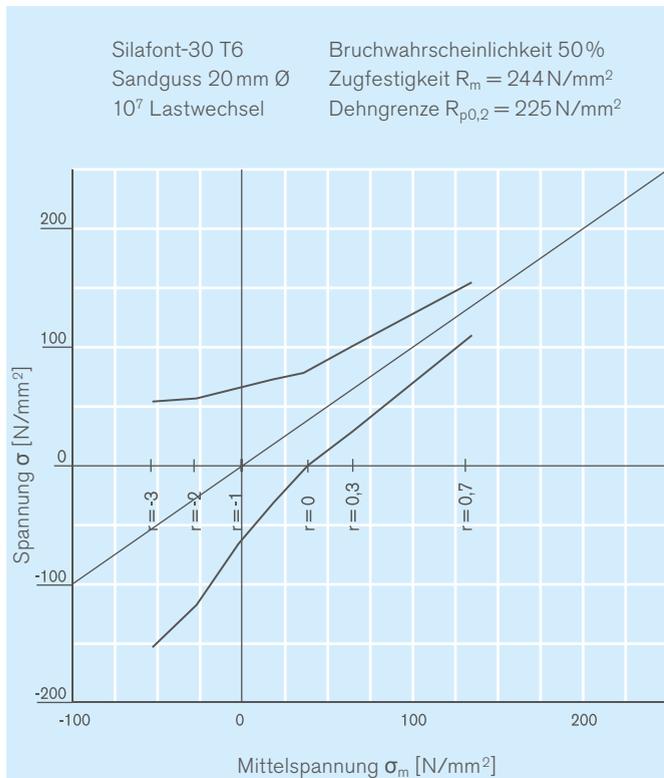


Abb. 2: Dauerfestigkeits-Schaubild nach Smith für Sandgussproben aus Silafont-30 T6, AlSi9Mg

## 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.

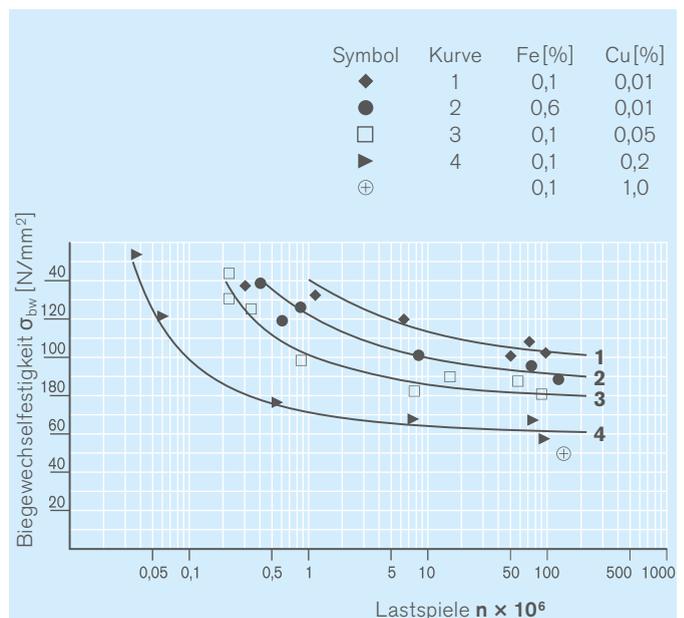


Abb. 1: Ergebnisse aus Biegewechselfersuchen an Kokillengussproben aus Uni-font-90, AlZn10Si8Mg mit unterschiedlichen Eisen- und Kupfergehalten

# 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 höher gewählt werden, als zum Erzielen guter Gießeigenschaften und ausreichender mechanischer Festigkeit erforderlich ist. Ein Magnesium- oder Mangan-Zusatz gewährt einen spezifischen Korrosionsschutz gegen chloridhaltiges Meerwasser und in beschränktem Maße auch gegen schwach 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<br>Af-52/-60          | Sf-70                                 |                                  |                                  |
|                         | gegen Witterung        | Ca-30/-50                       |                                       | Sf-30<br>Uf-90<br>Uf-94<br>Ci-37 | Sf-13<br>Sf-20<br>Sf-09<br>Sf-36 |
|                         | gegen Meerwasser       | Ac-04<br>Pe-30/-36<br>Pe-50/-56 | Ac-50<br>Ac-70/78dv<br>Ac-71<br>Ac-72 | Ma-59                            |                                  |

Tab. 1: Gießbarkeit und Korrosionsbeständigkeit verschiedener Aluminiumgusslegierungen

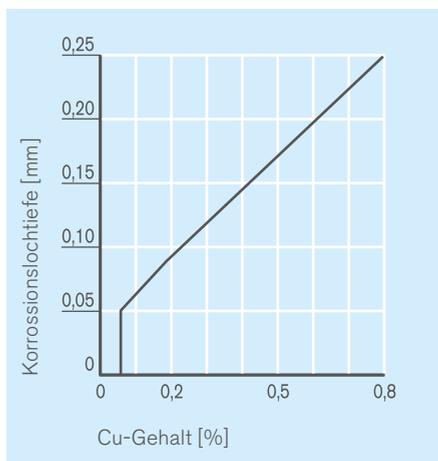


Abb. 1: Abhängigkeit der Korrosionslochtiefe einer druckgegossenen AlSi12 vom Kupfergehalt

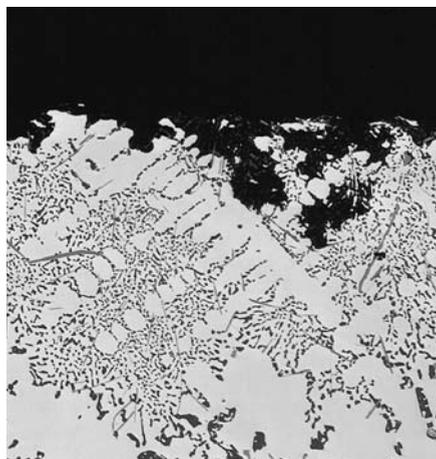


Abb. 2: Mikroschliff eines Kokillengussstückes aus AlSi12 mit selektivem Korrosionsangriff des Resteutektikums



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 | $R_{p0,2}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $R_m$<br>N/mm <sup>2</sup> | A<br>% | 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<br>Anticorodal-70 | Silafont-30<br>Silafont-13<br>Silafont-20<br>Castasil-37<br>Silafont-36 | Unifont-90          | Peraluman-30<br>Peraluman-50/-56<br>Castadur-30/-50<br>Magsimal-59 | Alufont-52<br>Alufont-47 |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Anticorodal-50<br>Anticorodal-70                                        | AlSi5                            |                                                                         |                     |                                                                    |                          |
| Silafont-30<br>Silafont-13<br>Silafont-20<br>Castasil-37<br>Silafont-36 | AlSi5                            | AlSi5<br>AlSi10                                                         |                     |                                                                    |                          |
| Unifont-90                                                              |                                  |                                                                         | AlMg4,5Mn<br>AlSi10 |                                                                    |                          |
| Peraluman-30<br>Peraluman-50/-56<br>Castadur-30/-50<br>Magsimal-59      | AlMg3<br>AlMg5                   | AlSi5<br>AlMg3<br>AlMg5                                                 |                     | AlMg3<br>AlMg5<br><br>AlMg4,5Mn                                    |                          |
| Alufont-52<br>Alufont-47                                                |                                  | AlSi5<br>AlMg5                                                          |                     | AlMg5<br>AlSi5                                                     | AlMg5<br>(AlSi5)         |

| Knetwerkstoffe |                             |                             |           |                    |                             |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|--------------------|-----------------------------|
| AlMgSi1        | AlSi5                       | AlSi5                       | AlSi5     | AlSi5<br>AlMg5     | AlSi5<br>AlMg5              |
| AlZn4,5Mg1     | AlSi5<br>AlMg5              | AlSi5<br>AlMg5              | AlMg4,5Mn | AlMg5<br>AlMg4,5Mn | AlSi5<br>AlMg4,5Mn          |
| AlMg2,7Mn      | AlSi5<br>AlMg5<br>AlMg4,5Mn | AlSi5<br>AlMg5<br>AlMg4,5Mn | AlMg4,5Mn | AlMg5<br>AlMg4,5Mn | AlSi5<br>AlMg5<br>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 Lichtbogenaus- bildung 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 Werkzeu- gen 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 Zusammen- setzung der Grundwerkstoffe sowie nach den verlangten Eigen- schaften der Schweißverbindung. Die für das Schutzgasschwei- ßen von Gusswerkstoffen verwendeten Zusatzmetalle sind in Tabelle 1 aufgeführt. Grundsätzlich sollte legierungsähnliches Zusatzmetall verwendet werden; aus schweißtechnischen Grün- den 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.

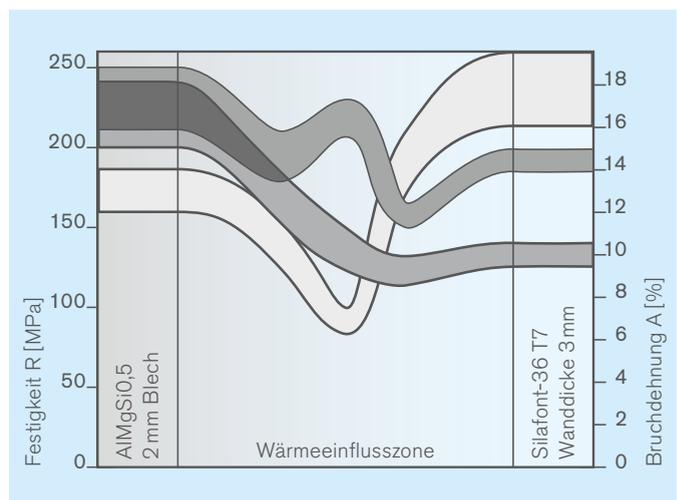


Abb. 2: Festigkeitswerte der Wärmeeinflusszone MIG-Schweißung mit AlSi12-Zusatzwerkstoff



# 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.

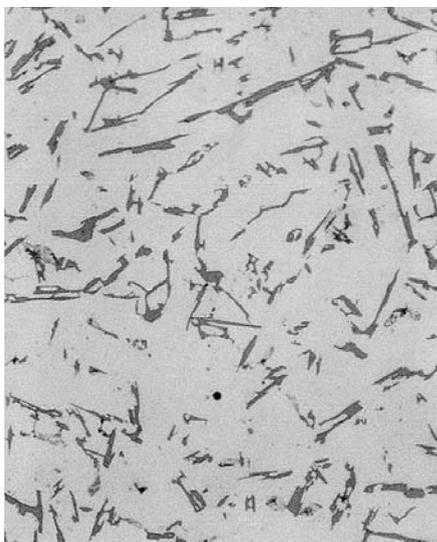


Abb. 1: Körnige Gefügemodifikation einer Silafont-13, AlSi11 Gusslegierung

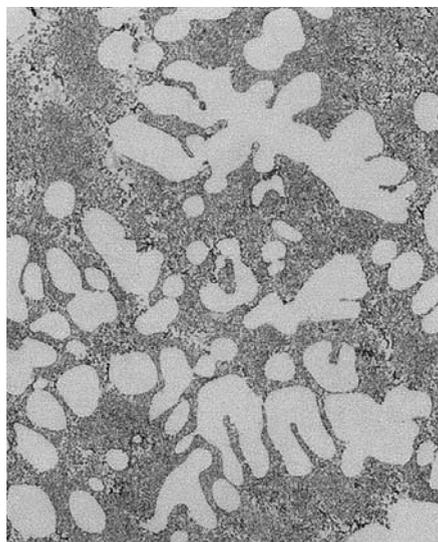


Abb. 2: Veredelte Gefügemodifikation einer Silafont-13, AlSi11 Gusslegierung

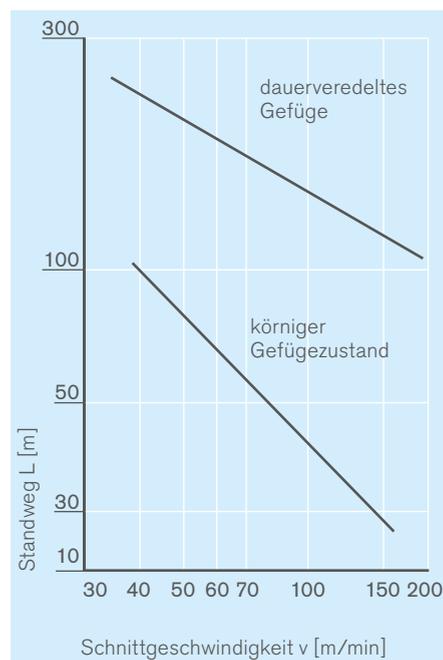


Abb. 3: Einfluss des Gefügestandes auf den Standweg bei Silafont-70, AlSi12CuNiMg

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](mailto:alloys@rheinfelden-alloys.eu)

[www.rheinfelden-alloys.eu](http://www.rheinfelden-alloys.eu)