



FOTOS UND GRAFIKEN: RHEINFELDEN ALLOYS

Dünnwandiges Strukturbauteil aus der hochfesten Legierung Silafont-38, das bei G. A. Röders in einem praktischen Gießversuch getestet wurde.

Praktischer Einsatz der hochfesten Legierung Silafont-38

Die neu entwickelte, hochfeste Legierung Silafont-38 konnte in einem praktischen Gießversuch bei G.A. Röders, Soltau, vergossen werden. In einem dünnwandigen Strukturbauteil konnten die angestrebten Werkstoffkennwerte übertroffen werden. Neben der Wärmebehandlungstechnik und den metallurgischen Zusammenhängen wurden die Niet- und Schweißbeignung sowie das Korrosionsverhalten der Legierung betrachtet.

Die Anforderungen an den Leichtbau im Strukturbauteilbereich steigen immer weiter. Eine Zielrichtung besteht im Erreichen höherer Festigkeiten, um dünnwandigere Konstruktionen zu ermöglichen. Das Potenzial der Standardlegierung AlSi10MnMg wird immer weiter ausgereizt, vor allem durch Prozessoptimierungsmaßnahmen beim Druckgießen und Wärmebehandeln. Durch eine Legierungsmodifikation sowie neue Wärmebehandlungsmethoden kann der Anwendungsbereich darüber hinaus gesteigert werden.

Bauteil

Der Gießversuch wurde an einem Strukturbauteil durchgeführt, welches G.A. Röders für Fastner Leichtmetalltechnik, Ilsfeld-Auenstein, herstellt und das im Audi R8 verbaut wird. Die **Bilder 1 a** und **b** zeigen das etwa 300 mm lange Bauteil. Es zeichnet sich durch Anforderungen an crashrelevante Bauteile bei einer Wandstärke bis 2,0 mm aus. Dieses anspruchsvolle Bauteil wird bei G.A. Röders in Serie

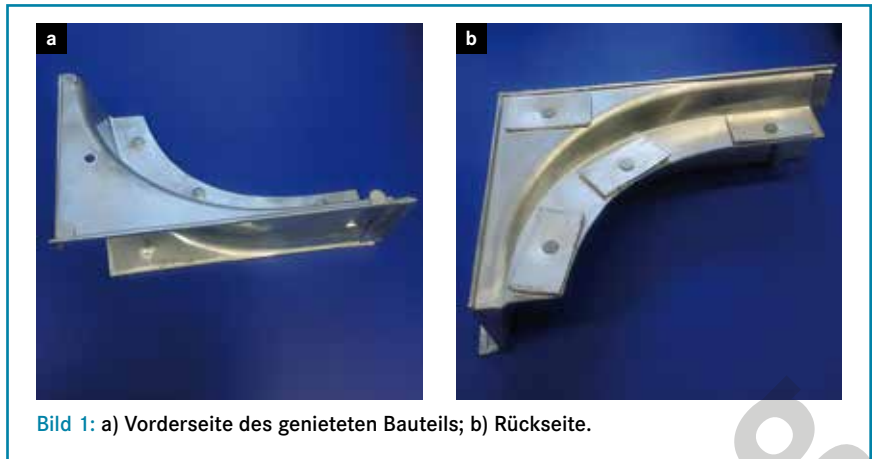


Bild 1: a) Vorderseite des genieteten Bauteils; b) Rückseite.

in der Legierung Silafont-36 (EN AC-AlSi10MnMg) hergestellt. Neben Werkstoffkennwerten wird eine gute Schweißbarkeit des Bauteils verlangt.

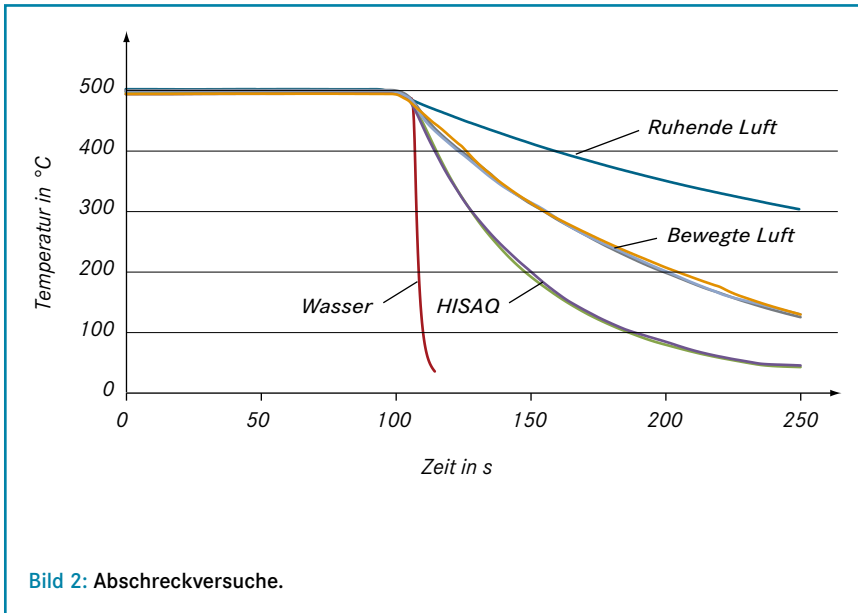
Legierung

Bei der Entwicklung der Legierung Silafont-38 wurde der Gießbarkeit besondere Beachtung geschenkt, die im Allgemeinen mit Silafont-36 vergleichbar ist. Anteile an Zink erhöhen das Formfüllungsvermögen. Die Klebneigung wird durch Eisen und Mangan reduziert. In

den Gießversuchen konnte die gute Gießbarkeit von Silafont-38 bestätigt werden. Die Legierung neigte aufgrund ihrer guten Fließfähigkeit zu etwas mehr Gratbildung, die Ergebnisse im Röntgenbild und in Blistertests waren aber ebenso gut wie bei Silafont-36.

Die Festigkeitssteigerung nach einer Wärmebehandlung wird in erster Linie durch ein Magnesium-Kupfer-Verhältnis erreicht, wobei die Entstehung korrosiver Phasen unterdrückt wird. Hochschmelzende Phasen begünstigen eine sehr feine Ausprägung des Eutektikums.

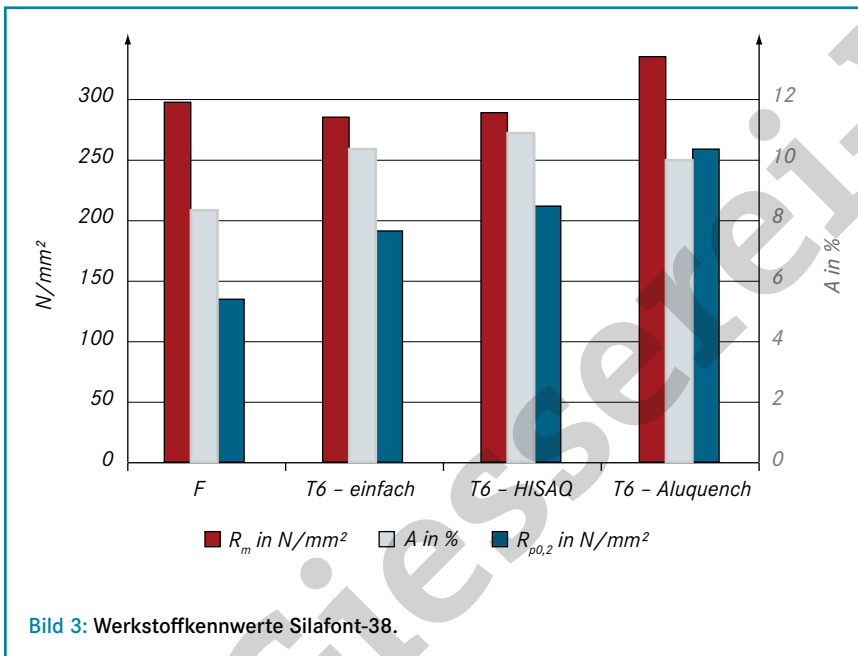
© Giesserei



Wärmebehandlung

Die Firma Rheinfelden Alloys aus der gleichnamigen Stadt in Südbaden vergießt in ihrem Technologie Center Versuchsplatten und einen Rippentopf. Es fand ein Abgleich der Werkstoffkennwerte statt, die mit Hilfe von 3-mm-Versuchsplatten und mit großflächigen Strukturbauteilen erreichbar waren. Das Formfüllen dieser Platten und von in hoher Qualität gegossenen, großen Strukturbauteilen ähnelt sich stärker als erwartet. Ein deutlicher Unterschied besteht dagegen in der Abschreckungsrate nach der Entnahme aus der Gießform und nach der Wärmebehandlung. Kleine Platten lassen sich deutlich schneller abschrecken, was eine Auswirkung auf die Werkstoffkennwerte hat. Aus diesem Grund wurde eine Wärmebehandlung aufgebaut, die den Abschreckbedingungen einer industriellen Fertigung nahe kommt. Die maximale Abschreckrate wurde bei dieser einfachen Methode mit 3 °C/s festgelegt. In Bild 2 sind Temperaturkurven von 3 mm-Platten bei unterschiedlichen Abschreckbedingungen dargestellt. In der Folge konnten Werkstoffkennwerte gemessen werden, die mit denen aus standardisierten, industriellen Produktionsprozessen vergleichbar sind.

Die Belte AG, Delbrück, wendete eine HISAQ-(High Speed Air Quenching) und eine Aluquench-Behandlung an. Die mit einem Schleppelement gemessene Temperaturkurve der HISAQ-Behandlung ist in Bild 2 zu finden. Bei der Aluquench-Methode wird in einem Polymer abgeschreckt, die Temperaturkurve liegt nahe an der Abschreckrate von Wasser. Auf diese Art und Weise konnten sehr gute Werkstoffkennwerte erreicht werden.



Werkstoffkennwerte

Ziel war eine Dehngrenze von 180 N/mm² bei mindestens 8 % Bruchdehnung. Mit Hilfe der bei G.A. Röders entwickelten Gießtechnologie konnten die Kennwerte noch übertroffen werden (Bild 3). Es handelt sich um Mittelwerte von ca. 50 Zugproben. G.A. Röders zeichnet sich besonders durch Know-how in der Vakuumtechnik sowie im Formdesign und -bau aus. Für die Versuche wurde lediglich die Legierung gewechselt, alle Gießparameter blieben unverändert.

Niet- und Schweißbarkeit

Die Festigkeit eines Werkstoffs wirkt sich auf die Nietbarkeit aus. Werkstoffe mit höheren Festigkeiten müssen mit anderen Nieten gefügt werden als Werkstoffe mit

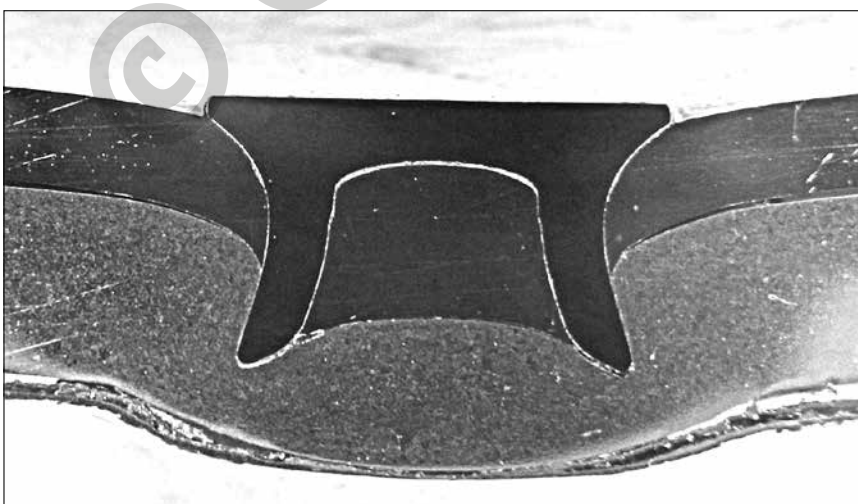


Bild 4: Schliff durch Niet.

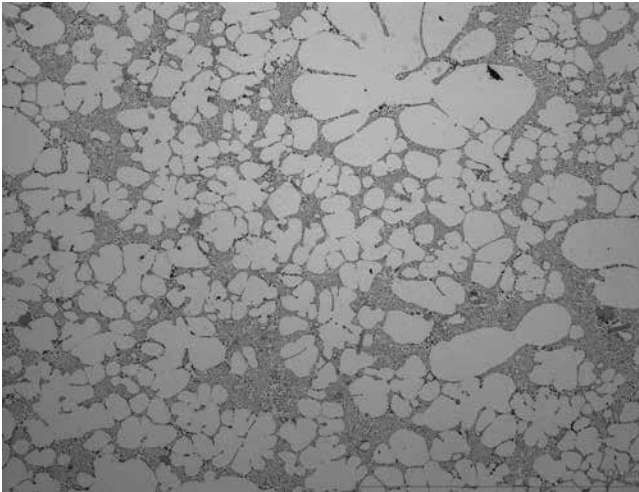


Bild 5: Mikrogefüge Zustand F.

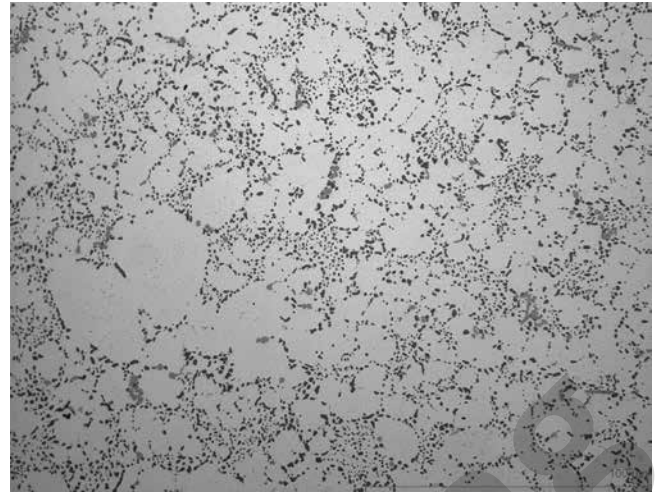


Bild 6: Mikrogefüge Zustand T6

niedrigen Festigkeiten. Aus diesem Grund wurden Nietgeometrie und -parameter an dem Werkstoff Silafont-38 angepasst. Die Verformungsfähigkeit von Silafont-38 führte zu rissfreien Nietverbindungen (Bilder 1 a und b sowie Bild 4). Es handelt sich hierbei um das Stanznietverfahren, bei dem ein Halbhohlniet mit einer Nietzange eingebracht wird.

Zur Überprüfung der Schweißbeignung wurde bei G.A. Röders ein produktionsbegleitender Schweißtest durchgeführt.

Dabei wird mit dem Wolfram-Inertgas-schweißen (WIG-Verfahren) der zu schweißende Bereich aufgeschmolzen und die Oberfläche der so erzeugten Schweißnaht untersucht. Dieser Test fiel trotz des Zinkgehalts genauso gut aus wie der Schweißtest der Standardlegierung Silafont-36.

Metallurgie und Phasensimulation

In den Bildern 5 und 6 sind Schlitze aus dem Bauteil in 500-facher Vergrößerung

dargestellt. Im Zustand F ist ein sehr feines Eutektikum zu erkennen, was eine recht hohe Verformbarkeit bereits im Gusszustand ermöglicht. Intermetallische Phasen sind sehr klein (unter $10\ \mu\text{m}$) und gleichmäßig verteilt. Nach einer T6-Wärmebehandlung ist das Eutektikum gut eingeformt, was eine hohe Duktilität ermöglicht.

Bild 7 zeigt die Berechnung des quasistatischen Zustands mit Hilfe der Software JMatPro auf Basis der Calphad-Da-

© Giesserei

tenbanken. Hier dargestellte Phasen sind in der Regel groß genug, um im Schlibbild sichtbar zu sein. Wesentlich für die Legierung ist die Si-haltige, eutektische Phase. Eine feine Verteilung der AlMnFeSi-Phase (alpha) ist notwendig für eine hohe Duktilität. Weitere, hochschmelzende, intermetallische Phasen nehmen Einfluss auf ein feines Gefüge des Werkstoffs. Das Mg₂Si-Eutektikum scheidet sich bei dieser Legierung nicht als größere Phase aus.

Für die Festigkeit sind submikroskopische Ausscheidungen in der Aluminiumphase von wesentlicher Bedeutung. Derartige Ausscheidungen lassen sich gleichfalls mit Hilfe einer Phasensimulation von JMatPro berechnen. In Bild 8 sind metastabile MgSi-Phasen dargestellt, welche die Festigkeit entscheidend beeinflussen. Für ihre Gestalt sind der Ausgangszustand des Werkstoffs (nach Gießen bzw. Wärmebehandeln) sowie die Abschreckbedingungen von Bedeutung. Haben sie eine geeignete Größe, führen sie zu hohen Festigkeiten des Werkstoffs.

Korrosionsbeständigkeit

Am Steinbeiss-Transferzentrum in Friedrichshafen wurden ein Salzsprühnebel-Wechselstest (ISO 9227) und ein interkristalliner Korrosionstest (ASTM G 110-92) durchgeführt. Das Korrosionsverhalten von 3-mm-Platten aus Silafont-38 wurde untersucht und mit dem Verhalten weiterer Legierungen von Rheinfelden Alloys verglichen.

Die Auswertung nach 336 h Sprühnebelprüfung ergab eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit, die z.B. mit derjenigen von Castasil-37 (AlSi9MnMoZr) vergleichbar ist. Die Legierung Silafont-38 zeigte wegen ihrer Zink- und Kupferanteile eine flächenartige Korrosion, während hochreine Legierungen eher zu einer Lochkorrosion (Pitting) neigen.

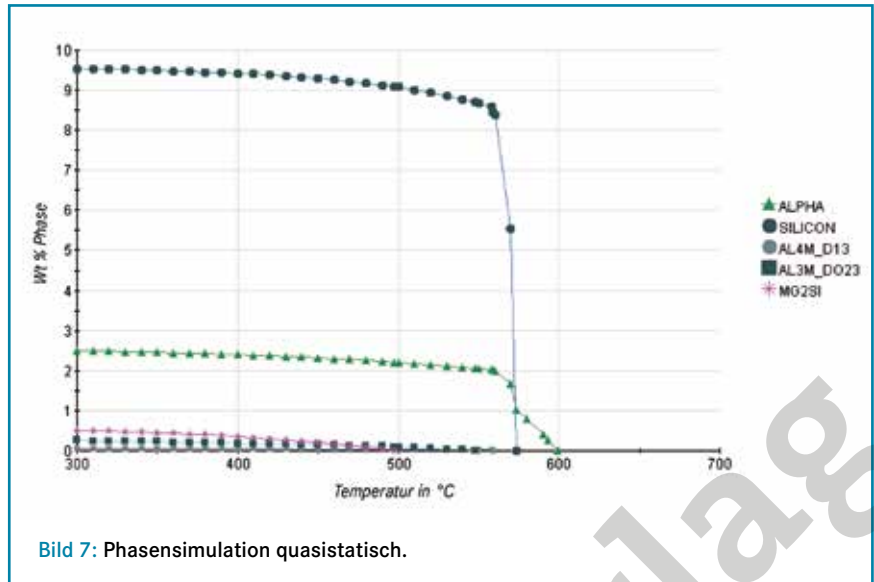


Bild 7: Phasensimulation quasistatisch.

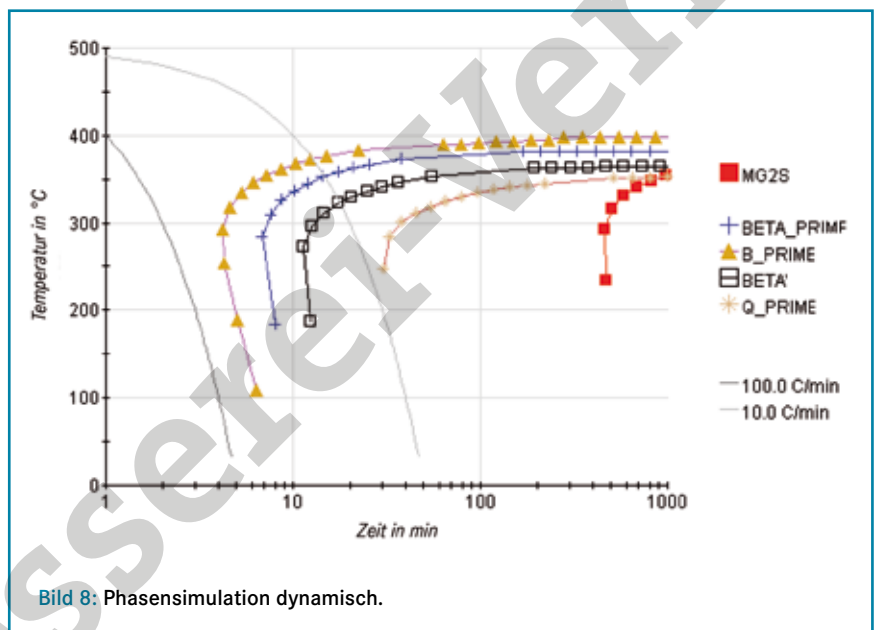


Bild 8: Phasensimulation dynamisch.

Gerd und Andreas Röders, Geschäftsleitung der G. A. Röders GmbH & Co. KG, Soltau, Stuart Wiesner, Leiter Product and Business Development, Rheinfelden Alloys GmbH & Co. KG, Rheinfelden.

www.roeders.com
<http://rheinfelden-alloys.eu>