

# Höchste Formguss-Qualität durch optimierte Legierungszusammensetzung und Wärmebehandlung

**Das fundierte Wissen über die komplexe Wirkungsweise der wichtigsten Legierungselemente ist eine unabdingbare Voraussetzung für ein Maximum an Bauteilqualität. Die neuesten Erkenntnisse wurden in den „AMAG TopCast Alloy Designer“ integriert.**

Im AluReport 1/2009 wurde erstmals über laufende Forschungsarbeiten zur anforderungsgerechten Optimierung von Sekundärgusslegierungen berichtet. Der damalige Beitrag verdeutlichte in eindrucksvoller Weise am Beispiel der Legierung A226 (AlSi9Cu3), dass das durch die Norm vorgegebene weite Legierungsfenster bei gezielter Einstellung der Zusammensetzung die Abdeckung eines sehr großen Eigenschaftsspektrums erlaubt. Im Speziellen konnte gezeigt werden, dass Eisen als Legierungselement nicht automatisch schlecht ist, wenn es um hohe Dehnung oder gutes Fließvermögen des Gusswerk-

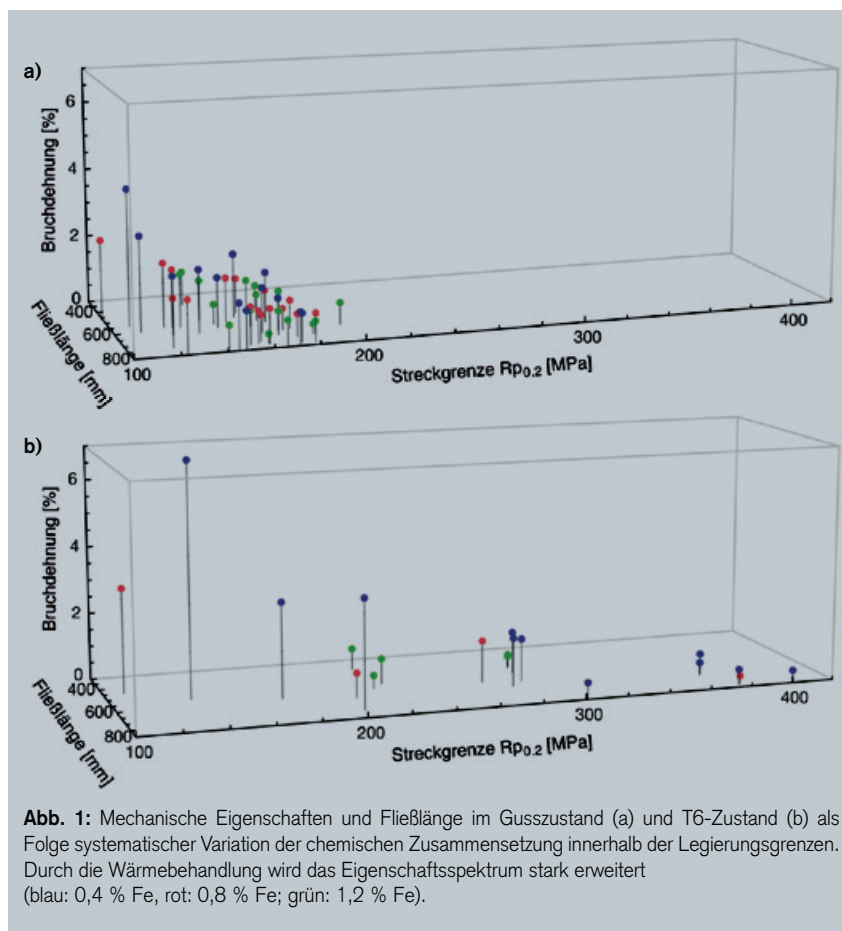
stoffs geht, sondern dass die übrigen Legierungselemente eine wichtige Rolle spielen [1].

In der Fortsetzung der Forschungsarbeit wurde nun der Einfluss einer Wärmebehandlung auf das Eigenschaftsprofil untersucht, da mittlerweile alle wichtigen Gießverfahren Gussstücke mit so wenig Gaseinschlüssen liefern, dass eine Lösungsglühbehandlung ohne Blasenbildung möglich ist. Wie im vorangegangenen Projekt wurden auch für diese Studie die Gehalte der Hauptlegierungselemente Si, Cu, Mg, Mn und Fe innerhalb des Normfensters systematisch variiert. Die Bewer-

tung der Eigenschaften erfolgte anhand von Zugversuchsdaten im T6-Zustand. Die Lösungsglühung erfolgte bei 495°C für 8 h, mit anschließender Wasserabschreckung, dann Zwischenlagerung der Gussteile für 10 Tage bei Raumtemperatur, gefolgt von einer Warmauslagerung bei 160°C für 10 h.

## Phänomenologische Bewertung

Der hohe Gehalt an ausscheidungs-bildenden und damit festigkeitssteigernden Legierungselementen wie Magnesium (max. 0,5 %) und Kupfer (max. 3,5 %) lässt ein sehr breites Fenster für die Festigkeits- und die Dehnungswerte erwarten. Die Abbildung 1 zeigt das Eigenschaftsspektrum für den Gusszustand und den T6-Zustand. Bei Einhaltung gleicher Versuchsbedingungen variiert die Streckgrenze im Gusszustand von ca. 100 MPa bis knapp 200 MPa. Im T6-Zustand erhöht sich die Streckgrenze deutlich auf Werte zwischen 135 MPa bis knapp über 400 MPa [2]. Die Wärmebehandlung hat erwartungsgemäß auch eine signifikante Auswirkung auf die Bruchdehnung; während die Werte im Gusszustand zwischen 0,35 % und 3,9 % schwanken, werden im T6-Zustand Bruchdehnungswerte zwischen 0,15 % und 7 % erzielt. Für die Legierung A226 sind 7 % Dehnung bereits ein hervorragender Wert. Da die Legierungen aber nicht veredelt waren, gibt es hier sogar noch weiteres Potential zur Steigerung der Bruchdehnung. Die Zunahme der Streckgrenze ist nicht zwangsläufig von einer Abnahme der Duktilität begleitet, es gibt sehr wohl Legierungsvarianten bei denen durch die Wärmebehandlung gleichzeitig sowohl die Streckgrenze, als auch die Bruchdehnung erheblich gesteigert werden können. Da für Sekundärgusslegierungen Eisen als Verunreinigung bzw. Legierungselement sehr wichtig ist, wird in den Abbildungen 1a und 1b zusätzlich die Unterscheidung der Legierungsvarianten nach dem Eisengehalt vorgenommen. In beiden Zuständen F und T6 lässt sich wie erwartet erkennen, dass mit steigendem Eisengehalt die Duktilität abnimmt.



**Abb. 1:** Mechanische Eigenschaften und Fließlänge im Gusszustand (a) und T6-Zustand (b) als Folge systematischer Variation der chemischen Zusammensetzung innerhalb der Legierungsgrenzen. Durch die Wärmebehandlung wird das Eigenschaftsspektrum stark erweitert (blau: 0,4 % Fe, rot: 0,8 % Fe; grün: 1,2 % Fe).



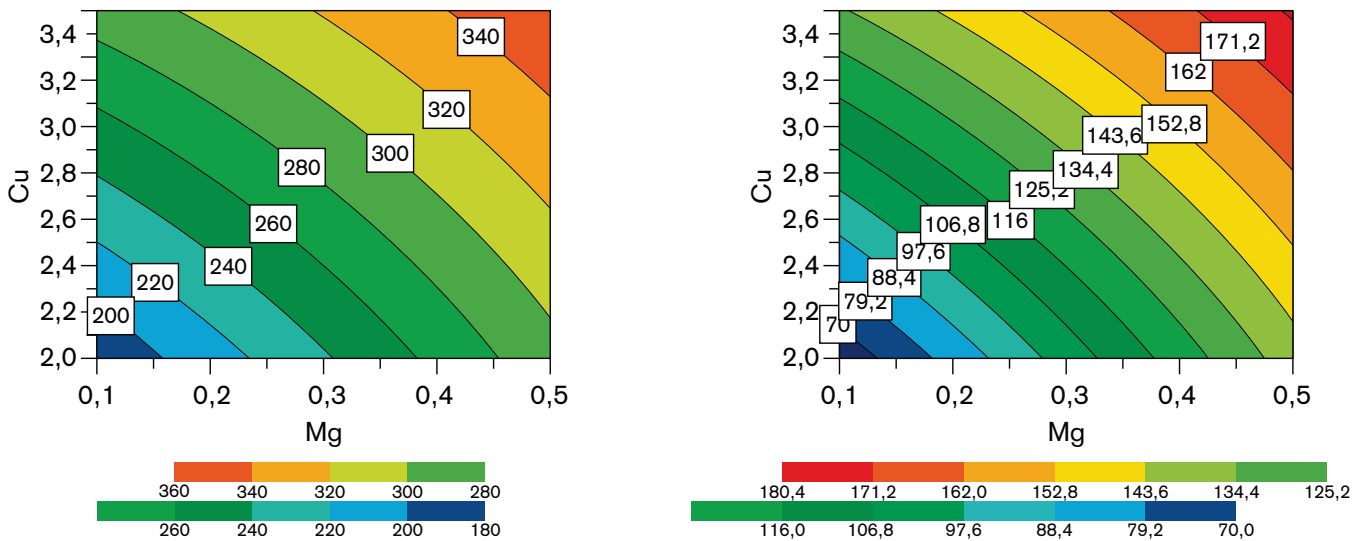


Abb. 2: a) Streckgrenze im Zustand T6 (9,5 % Si; 0,35 % Mn; 0,8 % Fe; 0,3 % Zn) b) Streckgrenzenzunahme gegenüber dem Gusszustand

Ein aufschlussreiches Bild der Wirkung der Legierungselemente Magnesium und Kupfer geben die in Abbildung 2 dargestellten Mode-Diagramme.

Eine detaillierte Ausarbeitung des Einflusses der einzelnen Legierungselemente und eine fundierte metallkundliche Interpretation der Wirkungen sind in [2] nachzulesen.

### AMAG TopCast Alloy Designer

Nur bei genauer Kenntnis der komplexen Wirkungsweise der Hauptlegierungselemente können die Eigenschaften gezielt eingestellt werden, andernfalls birgt der große Spielraum im Normfenster die Gefahr, dass erhebliche Schwankungen in der Gießbarkeit und in den mechanischen Eigenschaften zu ungenügender Bauteilqua-

lität führen. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden in den neuen „AMAG TopCast Alloy Designer“ eingearbeitet. Dabei handelt es sich um ein Softwaretool, das den Technologen der AMAG casting GmbH die Möglichkeit eröffnet, die Kunden bei der Wahl ihrer Legierungszusammensetzung innerhalb der Legierung 226 optimal zu beraten.

Die Vorhersage der legierungsabhängigen Werkstoff- und Gießeigenschaften ermöglicht es im Beratungsgespräch, eine optimierte Legierungszusammensetzung auszuwählen, die sowohl die mechanischen Anforderungen an das fertige Gussteil, als auch gießtechnologische Besonderheiten berücksichtigt.

Von hoher praktischer Relevanz für den Gießer sind die neuen Daten bezüglich der Wirkung der Wärmebehandlung. Wie die Abbildung 2b erkennen lässt, hängt der erreichbare Zuwachs an Festigkeit sehr stark von der Zusammensetzung ab (bis ca. 100 MPa Differenz!). Für manche Legierungszusammensetzungen konnte sogar eine Verdoppelung der Festigkeit im T6-Zustand gegenüber dem Gusszustand realisiert werden! ■

### Literaturverzeichnis

- [1] P. Pucher, H. Böttcher, H. Kaufmann, H. Antrekowitsch und P. J. Uggowitzer: „Einfluss der Legierungszusammensetzung auf die mechanischen Eigenschaften und das Fließvermögen der Sekundärlegierung A226 (AlSi9Cu3)“, *Giessereipraxis* 3 (2009) 71 – 78.  
 [2] P. Pucher, H. Böttcher, H. Kaufmann, H. Antrekowitsch und P. J. Uggowitzer: „Einfluss der Legierungszusammensetzung auf die mechanischen Eigenschaften der Sekundärlegierung A226 (AlSi9Cu3) im wärmebehandelten T6-Zustand“, *Giessereipraxis* 11 (2009), 354 - 358.

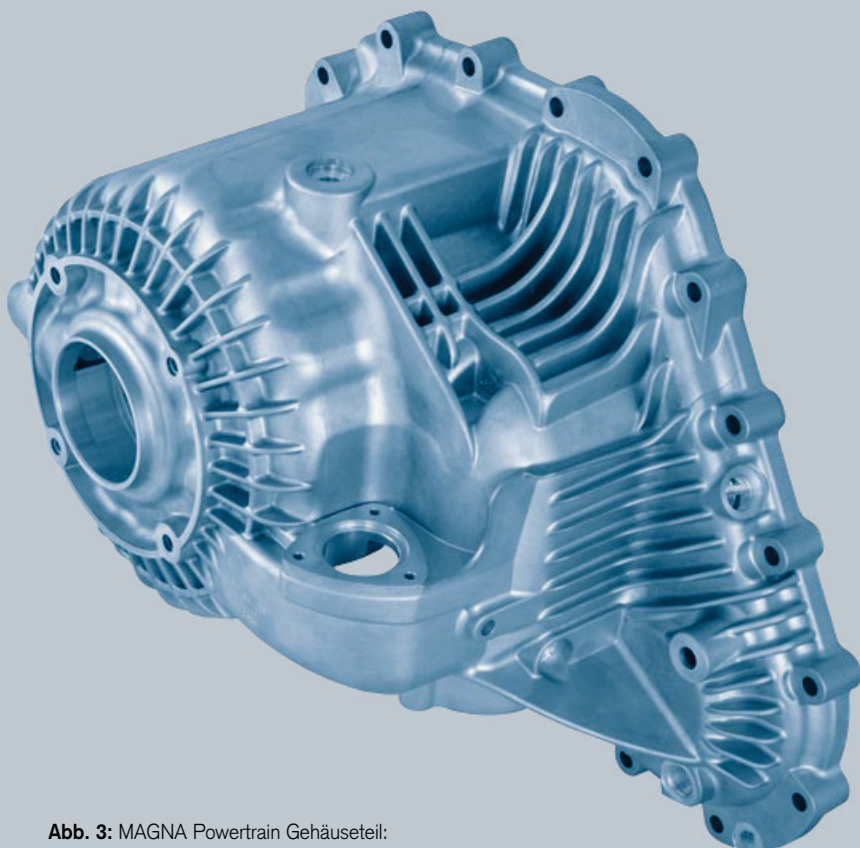


Abb. 3: MAGNA Powertrain Gehäuseteil: typische Anwendung von AMAG Gusslegierungen