

## Magnesiumblechherstellung – Heute und Morgen

In den vergangenen 10 Jahren wurde das enorme Leichtbaupotenzial von Magnesiumblechen in zahlreichen Forschungsprojekten weltweit demonstriert. Dabei wurde gezeigt, dass sich im Bereich der Industrie-, Luftfahrt-, Maschinenbau- und Elektronikbranche aussichtsreiche Anwendungen zur Gewichtsreduktion offerieren.



▲ Abb. 1: Qualitätsanforderungen an Magnesiumbleche

Um in Zukunft einen größeren industriellen Einsatz von Magnesiumblechen zu erreichen, müssen enge Anforderungen an die Produktqualität [Abb. 1] und die Materialkosten erfüllt werden. Aktuell werden die wesentlichen Schwierigkeiten im Bereich der Korrosionsbeständigkeit, der Umformfähigkeit und

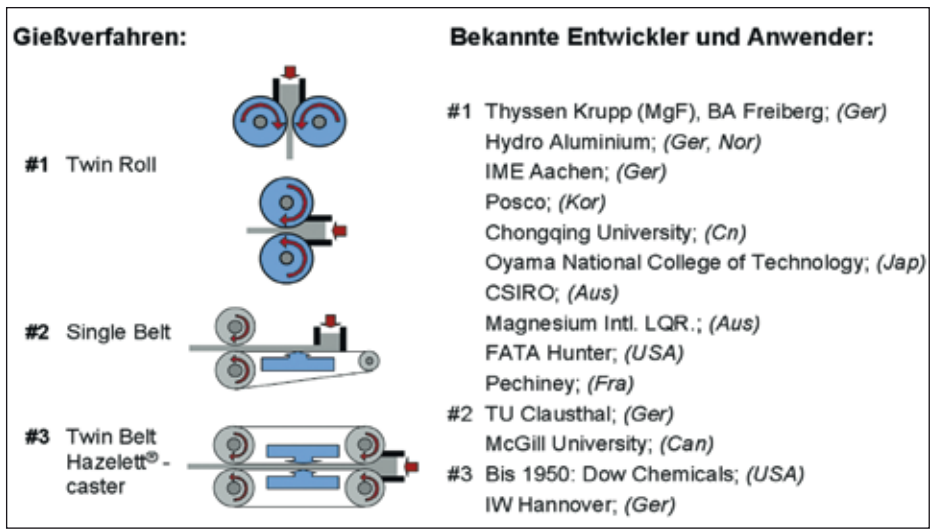
den Herstellungskosten gesehen. Dabei resultieren die hohen Blechpreise weniger aus den Rohstoffpreisen, die durchaus zu Aluminium konkurrenzfähig sind, sondern vielmehr aus der vergleichsweise komplexen Herstellungsrouten. Diese beinhaltet die Verarbeitung großprofiliger Stranggussbrammen (engl.

DC-cast slabs) im Dickenbereich 120-170 mm, wobei eine hohe Anzahl kostenintensiver Warmwalzstiche und Wiedererwärmungsstufen erforderlich ist.

Aufgrund der hexagonal dichtest gepackten (hcp) Gitterstruktur müssen die Umformtemperaturen beim Magnesiumumwalzen i. a. im Bereich von 250 – 400°C gehalten werden. In den ersten Walzstichen liegt die zulässige Abnahme im Bereich von 5 – 10 %, da das homogenisierte Gussgefüge vergleichsweise grobkörnig und z. T. noch inhomogen ausgebildet ist. Erst nach dem Einsetzen der Rekristallisation können die Stichabnahmen auf 30 – 60 % erhöht werden. In den letzten Walzstichen ist die Stichabnahme wieder auf 15% zu begrenzen, um die geforderte Oberflächenqualität zu gewährleisten.

### Bandgießverfahren senken Herstellungskosten

Um die Herstellungskosten zu reduzieren, können analog zur Vorgehensweise in der Aluminiumindustrie verschiedene Bandgussverfahren eingesetzt werden. Abb. 2 zeigt die relevanten Gießprinzipien und nennt eine Reihe bekannter Entwickler und Anwender aus der Magnesiumforschung. Es ist zu erken-



▲ Abb. 2: Entwickler und Anwender verschiedener Magnesium-Bandgusstechnologien

nen, dass das Twin Roll-Verfahren bisher die weiteste Verbreitung erfahren hat. Die Vorteile liegen dabei in der hohen Produktivität und den geringen Banddicken. Als Einschränkung ist zu verzeichnen, dass nur Legierungen mit einem eng begrenzten Erstarrungsintervall sicher und fehlerfrei zu verarbeiten sind. Bei einigen Legierungen können Gussfehler wie Heißrisse und Mittelliniensteigerungen durch die in diesem Verfahren schwer vermeidbare druckbelastete Erstarrung auftreten.

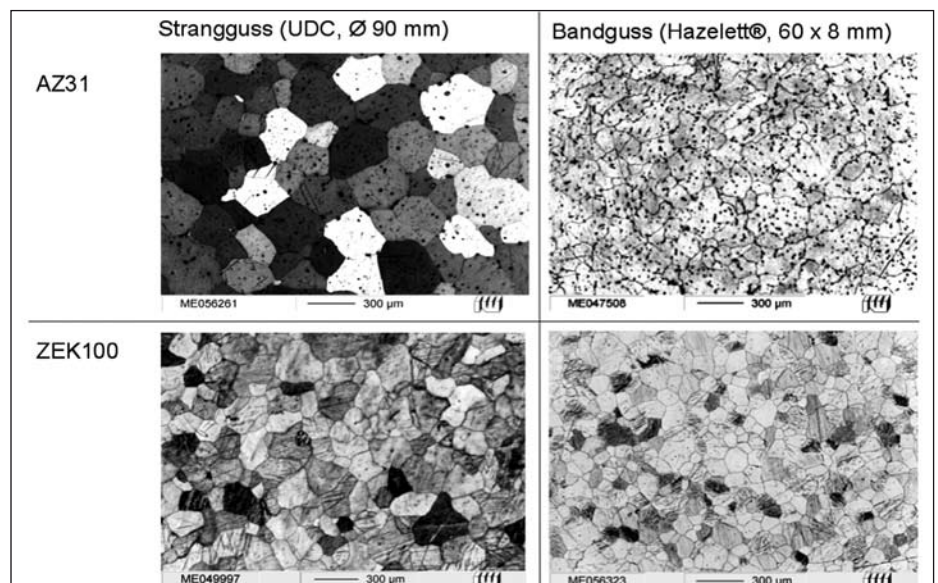
Beide Belt Caster-Typen befinden sich für Magnesiumlegierungen momentan in der Entwicklungsphase. Der Vorteil dieser Verfahrensgruppe liegt in der Vergrößerung des vergießbaren Legierungsspektrums. Durch die druckfreie Erstarrung in einer beweglichen (mitlaufenden) Kokille lassen sich auch Legierungen mit großen Erstarrungsintervallen fehlerfrei und mit guter Oberflächenqualität gießen. Am Institut für Werkstoffkunde wurde das Twin Belt (Hazelett®)-Verfahren ausgewählt, da im Vergleich zur Single Belt-Variante weniger Schutzgas verwendet wird und die Abkühlung symmetrisch erfolgt, was für die Ausbildung feinkörnig homogener Gussgefüge vorteilhaft ist. An experimentell erzeugten Bandgusshalbzeugen sowie Referenzmaterialien aus dem Strang- und Kokillenguss wurden umfangreiche Walzexperimente durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Walzparameter variiert, um ihren Ein-

fluss auf die Blechqualität zu ermitteln. Für die walztechnische Verarbeitung werden Knetlegierungen mit verbesserten Umformeingenschaften eingesetzt. Neben der problembehafteten Standardlegierung AZ31 werden Varianten mit verringerten Aluminiumgehalten und zusätzlichen SE-(Seltene Erden) Anteilen, wie z. B. AE21 sowie aluminiumfreie Legierungen, wie die mit Zirkon korngefeinte Variante ZEK100, untersucht. Das Ziel jeglicher Legierungsentwicklung ist es, die Duktilität der Knetlegierungen zu steigern. Falls möglich, soll auch die Festigkeit erhöht werden, wobei allerdings keine Senkung des Korrosionswiderstandes toleriert werden darf. Dieses kann durch konsequente Korn-

feinung und die Stabilisierung möglicher Ausscheidungsphasen erreicht werden. Neben den oben genannten Alternativlegierungen zeigen auch Li-, Ca- und Mn-haltige ternäre und quaternäre Systeme mit niedrigen Legierungsanteilen aussichtsreiche Ergebnisse in Laborversuchen.

### Der Hazelett®-Bandguss im Vergleich zum Strangguss

Um die Mikrostrukturen im Gusszustand bewerten zu können, wurden zwei am IW für den Magnesiumeinsatz entwickelte Laborgießanlagen eingesetzt. Als Vertreter der Strangusstechnologie wurde eine UDC (Upward Direct Chill)-Variante, wie in [1] beschrieben, mit einer runden Kokille (d=90 mm) eingesetzt. Die Bandgussanlage mit einem Gießquerschnitt von 60 x 8 mm wurde entsprechend des Hazelett®-Prinzips konstruiert. Die Anlage besteht aus einem Duo-Walzgerüst mit zwei zusätzlichen Führungsrollen, die die Gießgurte führen und spannen. Die Schmelze wird durch einen 41 fassenden Stopfenofen bereitgestellt und fließt durch eine beheizte Rohrleitung in die Gießdüse. Die Seitendichtungen sind starr ausgeführt, verfügen aber über eine kontinuierliche Schmierstoffzufuhr, die das Aneerstarrten von Magnesiumschmelze unterbindet. Die Außenseiten der Gießgurte sind durch Luft-Wasser-Düsen (atomized water spray)



▲ Abb. 3: Mikrostrukturen von AZ31 und ZEK100 aus dem Strang- und Bandguss

gekühlt, wodurch das Magnesiumband bis zum Austritt aus der Erstarrungszone vollständig erstarrt, bevor es durch die Hauptwalzen auf den Bandaustritt gefördert wird. Auf diese Weise können an der Laboranlage Bänder von 1,4 bis max. 3,5 m Länge produziert werden. Durch die geringe Größe der Gießanlage kann bereits nach 40 s ein thermisch stabiler Prozess erreicht werden. Dieses lässt sich durch Temperaturmessungen

ZEK100 in beiden Verfahren eine feine Mikrostruktur als AZ31. Wie bereits anhand der Schlibbilder zu erwarten, liegen die Dehnungskennwerte der Bleche aus feinkörnigen Halbzeugen deutlich über denen der aus größeren Halbzeugen hergestellten. Dieses erlaubt die Feststellung, dass feinkörnige Halbzeuge sich gleichmäßiger im Walzprozess umformen lassen. Die Ursache hierfür ist eine Zunahme

von Scherbändern. Die Umformung von feinkörnigen Legierungen wie ZEK100 verläuft hingegen homogener, und eine Vorschädigung durch Scherbandbildung wird nicht oder deutlich weniger ausgeprägt festgestellt.

Abschließende Untersuchungen des tribologischen Systems der Magnesiumblechherstellung zeigen, dass es möglich ist, unter Einsatz geeigneter Umformgrade, Schmierstoffe und u. U. Walzenbeschichtung hochqualitative Blechoberflächen (so genannte Class-A-Güten) herzustellen [2].

Die erforderlichen Werkstoff- und Prozesskenntnisse, um hochqualitative Magnesiumbleche zu konkurrenzfähigen Preisen anzubieten, sind vorhanden. Jetzt muss nur noch ein entsprechender Bedarf seitens der Automobilindustrie erzeugt werden. Die Reduktion der Herstellungskosten durch Einsatz einer Bandgusstechnologie im Vergleich zur bisherigen Herstellungsrouten über Auswalzen dicker Stranggussbrammen kann, entsprechend Erfahrungen aus dem Aluminiumbereich, bis zu 70% betragen.

Eine Langfassung dieses Artikels können Sie unter dem folgenden Link downloaden:

<http://www.iw.uni-hannover.de/magnesiumblechherstellung.html>

Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Fr.-W. Bach, Dr.-Ing. M. Rodman, Dr.-Ing. A. Roßberg, Dipl.-Ing. M. Hepke  
Institut für Werkstoffkunde (IW)

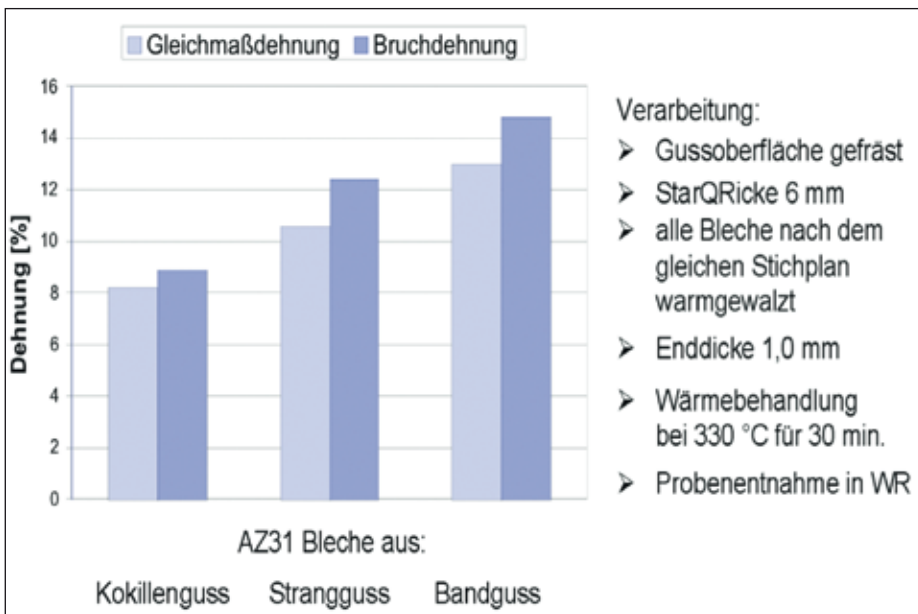
Leibniz Universität Hannover  
Schönebecker Allee 2, 30823 Garbsen

Tel.: 0511 / 762 - 4304

Fax.: 0511 / 762 - 5245

E-Mail : hepke@iw.uni-hannover.de

[www.iw.uni-hannover.de](http://www.iw.uni-hannover.de)



▲ Abb. 4: Dehnungskennwerte von gewalzten Mg-Blechen aus verschiedenen Halbzeugen

am Band und an Anlagenkomponenten darstellen. Bedingt durch die niedrige volumenspezifische Wärmekapazität, die geringen Schmelzevolumina und die hohe Wärmeleitfähigkeit von Magnesium kommt es im Labormaßstab leicht zu einem vorzeitigen Einfrieren in der Schmelzeleitung. Diese Problematik verliert im Industriemaßstab durch bessere Beheizmöglichkeiten und größere Schmelzemengen an Bedeutung.

Die Hauptparameter in der Prozessführung sind die Schmelzeüberhitzung, die Gießgeschwindigkeit und die gewählten Kühlraten. Abb. 3 zeigt einen Vergleich der Gefügestrukturen der Legierungen AZ31 und ZEK100 nach dem Band- bzw. Strangguss. Bedingt durch die unterschiedlichen Erstarrungsgeschwindigkeiten zeigt a) der Bandguss eine verringerte mittlere Korngröße und b) die korngefeinte, aluminiumfreie Legierung

der Korngrenzgleitung. Ferner kommt es deutlich weniger zur Entstehung von Scherbändern an nicht gleitfähig orientierten Grobkörnern. Auch aus diesem Grund nimmt die Bruchdehnung im Falle der aus feinkörnigen Halbzeugen gewalzten Bleche zu.

### Thermo-mechanische Parametergrenzen des Walzprozesses

Neben dem Gusszustand spielt die Legierungszusammensetzung eine entscheidende Rolle für die Ausprägung des Umformverhaltens. Der kritische Einfluss des Aluminiumgehaltes kann deutlich am Beispiel der Scherbandbildung aufgezeigt werden. So neigen die aluminiumhaltigen Legierungen wie AZ31 und AE21 unter kritischen Walzbedingungen (niedrige Temperaturen, hohe Umformgrade) stärker zur Bildung

#### Literatur:

- [1] F.-W. Bach, S. Schacht, A. Rossberg, Magnesium Upward Direct Chill Casting, DGM Continuous Casting, Neu Ulm 14.-16.11.2005, S. 95-100, ISBN 3-527-31341-9
- [2] Rossberg, Halbzeuge und Walzstrategien zur Herstellung tiefziehfähiger Magnesiumbleche, Dissertation, Universität Hannover, PZH-Verlag, 2006, ISBN 3-939026-26-3