

Giesserei Rundschau



71ST
BILBAO
2014



WORLD FOUNDRY CONGRESS

Advanced Sustainable Foundry

19-21 May 2014 • Palacio Euskalduna, BILBAO

www.71stwfc.com



World Foundry Organization



Tabira Foundry Institute

Impressum

Herausgeber:

Verein Österreichischer
Gießereifachleute, Wien, Fachverband
der Gießereiindustrie, Wien
Österreichisches Gießerei-Institut des
Vereins für praktische Gießereifor-
schung u. Lehrstuhl für Gießereikunde
an der Montanuniversität, beide Leoben

Verlag Strohmayer KG

A-1100 Wien, Weitmosergasse 30
Tel./Fax: +43 (0)1 61 72 635
E-Mail: giesserei@verlag-strohmayer.at
www.verlag-strohmayer.at

Chefredakteur:

Bergrat h.c. Dir.i.R.
Dipl.-Ing. Erich Nechtelberger
Tel./Fax: +43 (0)1 44 04 963
Mobil: +43 (0)664 52 13 465
E-Mail: nechtelberger@voeg.at

Redaktionsbeirat:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
Dipl.-Ing. Dr. mont. Hans-Jörg Dichtl
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Döpp
Magn. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. techn. Wilfried Eichlseder
Dipl.-Ing. Dr. mont. Georg Geier
Dipl.-Ing. Dr. techn. Erhard Kaschnitz
Dipl.-Ing. Adolf Kerbl, MAS
Dipl.-Ing. Dr. mont. Leopold Kniewallner
Dipl.-Ing. Dr. mont. Thomas Pabel
Dipl.-Ing. Gerhard Schindelbacher
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter
Schumacher

Anzeigenleitung:

Irmtraud Strohmayer
Tel./Fax: +43 (0)1 61 72 635
Mobil: +43 (0)664 93 27 377
E-Mail: giesserei@verlag-strohmayer.at

Abonnementverwaltung:

Johann Strohmayer
Tel./Fax: +43 (0)1 61 72 635
E-Mail: giesserei@verlag-strohmayer.at

Bankverbindung des Verlages:

PSK Bank BLZ 60000
Konto-Nr. 00510064259

Jahresabonnement:

Inland: € 61,00 Ausland: € 77,40
Das Abonnement ist jeweils einen
Monat vor Jahresende kündbar, sonst
gilt die Bestellung für das folgende Jahr
weiter. Erscheinungsweise: 6x jährlich

Druck:

Druckerei Robitschek & Co. Ges.m.b.H.
A-1050 Wien, Schlossgasse 10-12
Tel. +43 (0)1 545 33 11
E-Mail: druckerei@robitschek.at

Nachdruck nur mit Genehmigung des
Verlages gestattet. Unverlangt einge-
sandte Manuskripte und Bilder werden
nicht zurückgeschickt. Angaben und
Mitteilungen, welche von Firmen stam-
men, unterliegen nicht der Verantwort-
lichkeit der Redaktion.

Offenlegung nach § 25 Mediengesetz
siehe www.voeg.at

Giesserei Rundschau

Organ des Vereines Österreichischer Gießereifachleute und des
Fachverbandes der Gießereiindustrie, Wien, sowie des Österrei-
chischen Gießerei-Institutes und des Lehrstuhles für Gießerei-
kunde an der Montanuniversität, beide Leoben.

INHALT



ist wieder da!

Im Jahre 1947 wurden die **TRM** unter dem
Namen „Tiroler Röhren- und Metallwerke AG“ ge-
gründet und nach durchaus erfolgreichen, aber auch
bewegten Jahren, kehrt das Unternehmen jetzt zu sei-
nen Ursprüngen zurück.
Ab sofort firmiert die **Tiroler Rohre GmbH** wieder
mit der in Fachkreisen bestens bekannten Marke
TRM. **TRM**-Gussrohrsysteme finden in den Berei-
chen der kommunalen Wasserversorgung und Entsor-
gung, im Klein-Kraftwerksbau und im Bereich Be-
schneigungsanlagen ihren Einsatz. Die duktilen Pfähle ha-
ben sich speziell im Gründungsbau bestens etabliert.
TRM-Produkte zeichnen sich durch ihre hohe Quali-
tät und durch ihre überdurchschnittlich lange Lebens-
dauer aus.

www.trm.com



BEITRÄGE

270

➡ **Vier Wege – ein Ziel:
Leichtbaustrategien in Guss**

273

➡ **Ressourceneffizienz und Leichtbau mit Guss
aus Sicht eines Premiumherstellers**

278

➡ **Ganzheitliche Betrachtung von effizientem Leichtbau bei
struktureller Gussanwendung in der Prozesskette Karosserie**

282

➡ **Simulationsgestützte Optimierung der Maßhaltigkeit von dünnwan-
digen Strukturbauteilen in der Prozesskette Aluminium-Druckguss**

287

➡ **Messung und Simulation von Eigenspannungen in Grauguss**

291

➡ **Präzise Gussteildimensionen durch
simulationsgestützte Formenauslegung**

TAGUNGEN/ SEMINARE/MESSEN

295

Rückschau: 53. Int. Slowenische Gießereitagung
Portoroz, 12./13.9.2013
Veranstaltungskalender

AKTUELLES

299

Aus den Betrieben
Aus dem ÖGI
Aus dem Fachverband der Gießereiindustrie
Firmennachrichten

VÖG-VEREINS- NACHRICHTEN

320

Vereinsnachrichten
Personalien

LITERATUR

321

Bücher und Medien

Vier Wege – ein Ziel: Leichtbaustrategien in Guss

Four Ways - one Destination: Lightweight Strategies with Castings



Dipl. Ing. (FH) Guido Rau, studierte Maschinenbau und Fahrzeugtechnik an der HTWG Konstanz. Seine erste Berufserfahrung sammelte er im Bereich Auslegung und Bau von thermischen Solaranlagen bei der ViaSol GdBR in Konstanz.

Er arbeitete danach mehrere Jahre im Bereich Forschung & Entwicklung der GF Automotive AG als Konstrukteur, Projekt-Ingenieur und später Teamleiter. 2000 wurde er zum Leiter der Produktentwicklung ernannt und seit 2012 ist er Leiter der Forschung und Validierung in der Central R&D von GF Automotive AG in Schaffhausen, Schweiz.

Leichtbau, Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und – last but not least – Sicherheit. Vier Eckpunkte des konfliktreichen Spannungsfeldes, in dem man sich bewegt, wenn man ein Kraftfahrzeug entwickeln will. Rund 20 % der CO₂-Emissionen werden heute direkt durch den Straßenverkehr verursacht. Grund genug, angesichts wachsender Fahrzeugbestände und endlicher Ressourcen über neue Wege nachzudenken, wie man Automobile leichter und damit verbrauchsgünstiger bauen kann. Doch Leichtbau muss auch für den Volumenmarkt bezahlbar bleiben, darum bleibt manche exotische Lösung hier außen vor. Guss bietet jedoch aus verschiedenen Gründen interessante Lösungen an, um diesen Zielkonflikt zu lösen.



Schlüsselwörter: Leichtbau, Werkstoffleichtbau, Fertigungsleichtbau, Formleichtbau, Konzeptleichtbau, Bio-nik, Gewichtsreduktion, Hohlbauweise, CO₂-Reduktion

Ein breites Spektrum von Werkstoffen – vom hochfesten und duktilen Sphäroguss über verschiedene Aluminium Legierungen bis hin zu Magnesium – bietet gegossen so-

wohl für Pkw- als auch Lkw-Anwendungen genügend Ansätze für Leichtbau. Sphäroguss kann beispielsweise aufwendig geschmiedete Stahlteile ersetzen. Ausgeführte Beispiele zeigen, dass Gussteile trotz der nominell niedrigeren Festigkeit in vielen Fällen hier durch eine intelligente Herangehensweise kostengünstigere und betriebssichere Lösungen darstellen können.

Doch wie bewerkstelligt man es nun konkret, das Gewicht eines Autos zu reduzieren? Wachsende Ansprüche an Komfort und Sicherheit dürfen auf keinen Fall außer Acht gelassen werden. Trends wie Downsizing und Downspeeding helfen zwar, auf der motorischen Seite Verbräuche zu senken. Sie verursachen aber im Gegenzug höhere Belastungen für so manche Einzelkomponente und verschlechtern damit die Rahmenbedingungen für gewichtsgünstiges Design.

Grundsätzlich bieten sich bei der Fahrzeugentwicklung vier Strategien an, um Leichtbau zu erzielen:

- Werkstoffleichtbau
- Fertigungsleichtbau
- Formleichtbau
- Konzeptleichtbau

Vorteilhaft ist es, diese Einzelschritte zu kombinieren; dies bedarf jedoch in einem frühen Zeitpunkt der Konzeption genügend Entscheidungsfreiheit. Im Folgenden soll auf diese Möglichkeiten in Beispielen näher eingegangen werden.

Werkstoff-Leichtbau

Hierbei wird ein bestehendes Material eines Bauteils mit einem anderen von geringerer Dichte ersetzt. Oft müssen dabei Werkstoffnachteile, wie sie durch eine niedrigere Festigkeit oder einen kleineren E-Modul entstehen, durch geeignete konstruktive Gegenmaßnahmen kompensiert werden. Eine geschickte Querschnittswahl kann hier zum Beispiel die Lösung sein.

Ein sehr anschauliches Beispiel für Werkstoff-Leichtbau zeigt **Abb. 1**. Hier wurde die bestehende Aluminium Druckgusskonstruktion eines Steuerkastendeckels durch

Vorher	Nachher
- Werkstoff: Aluminium DG - Gewicht: 3,8 kg	- Werkstoff: Magnesium DG - Gewicht: 2,14 kg
Vorteil: Gewichtsreduktion: - 44%	

Abb. 1: Werkstoff-Leichtbau an einem Steuerkastendeckel

Magnesium ersetzt. Der Vorteil: Sowohl der erforderliche Bauraum als auch die Anbauteile bleiben von der Veränderung unberührt, das neue Bauteil kann 1:1 ausgetauscht werden. Damit sind solche Veränderungen relativ schnell umsetzbar. Selbst der Herstellprozess blieb in diesem Fall in seinen Grundzügen gleich, Risiken werden damit reduziert.

Auf den ersten Blick sehen beide Teile gleich aus. Doch war es notwendig, die Geometrie durch Detailarbeit an den neuen Werkstoff anzupassen. Veränderte Eigenschaften des Magnesiums beim Gießen, aber auch die geringeren zulässigen Flächenpressungen führten zu kleineren Designänderungen.

Doch die Zahlen sprechen für sich. Eine Gewichtsreduktion von 44 % beweist, dass sich die Arbeit gelohnt hat.

Fertigungs-Leichtbau

Fertigungsmöglichkeiten und die Verfahrensauswahl sind beim Gießen sehr vielseitig. Je nach Werkstoff, Anwendungsfall und Stückzahlen werden verlorene Sandformen oder permanente Stahlformen eingesetzt. Aluminium- und Magnesium- Druckguss bieten hier durch die äußerst dünn herstellbaren Wandstärken ein hervorragendes Potenzial für Leichtbau.

Aber auch hochfester Sphäroguss kann hier seine Vorteile ausspielen. In **Abb. 2** kann das am Beispiel der Substitution einer geschweißten Stahlkonstruktion durch Guss belegt werden. Dank der in Guss einfacher zu fertigenden Struktur können Materialanhäufungen, wie sie bei der Schweißkonstruktion typischerweise notwendig sind, vermieden werden. Gegenüber den konstanten Wandstärken der Stahlplatten sind bei der Gussvariante variable Querschnitte möglich, die sich an die jeweils lokalen Belastungen anpassen. Darüber hinaus werden Nachteile der Schweißfertigung, wie der Verzug und die Festigkeitsminderung in der Wärmeeinflusszone, vermieden.



Abb. 2: LKW Gussträger in Fertigungsleichtbau

Form-Leichtbau

Die Formfreiheit des Gießens erlaubt es, in Fahrzeugkomponenten den richtigen Werkstoff an die richtige Stelle zu bringen. Weil das Bauteil durch flüssiges Metall hergestellt wird, lassen sich fast beliebige Querschnitte und Formen sicher, ökonomisch und schnell in Großserie realisieren. Variable, der Beanspruchung entsprechende

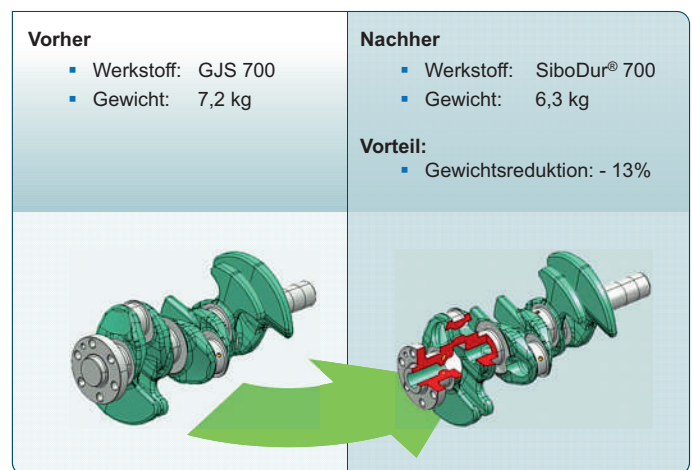


Abb. 3: Form-Leichtbau an einer Kurbelwelle umgesetzt

Querschnitte und intelligente Hohlbauweise sind das Ergebnis.

Wenn man sich das Prinzip des bionischen Designs konsequent zunutze macht, lassen sich Leichtbau-Strukturen darstellen, bei denen Wandstärken und Lastpfade konsequent an die Belastungen angepasst sind. Material wird dann nur noch dort eingesetzt, wo es Nutzen bringt – eine wichtige Voraussetzung für den Leichtbau. Dies hilft nicht nur den Verbrauch im Fahrzeug zu senken, sondern spart bereits bei der Herstellung des Bauteils Rohstoffe, Energie und CO₂.

Abb. 3 macht dies anschaulich: Es konnten an dieser Kurbelwelle durch bionische Optimierungen 13% an Gewicht eingespart werden. Die Hohlbauweise entfernt dabei Material in den nicht tragenden Bereichen der Haupt- und Pleuellager. Als Sekundäreffekt können nun die Gegengewichte der Kurbelwelle verringert werden, was zu einer weiteren Gewichtsreduktion führt.

Konzept-Leichtbau

Hat man die Chance, die Systemgrenzen des betrachteten Bauteils zu erweitern, so ergeben sich weitere Potenziale für Leichtbau. Denn oft wird lediglich in den bestehenden Bauteilgrenzen gedacht und dabei vernachlässigt, dass Schnittstellen im Gesamtsystem Mehrgewicht verursachen. Jede Fügestelle, ob geschraubt, geschweißt oder andersartig verbunden, bedarf zusätzlichen Materials. Dies kann durch Integration vermieden werden – die

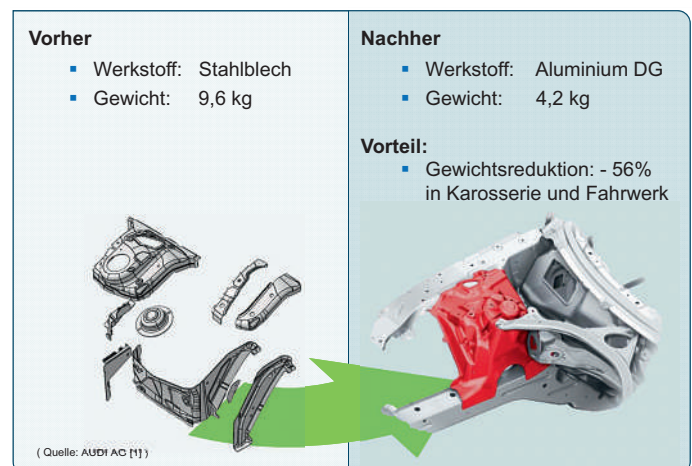


Abb. 4: Konzept-Leichtbau PKW-Federbeindom [1]

sprichwörtliche „Lösung aus einem Guss“. Neben dem Leichtbaueffekt erzielt man durch die entfallende Montage der Einzelteile auch eine Kostenreduktion.

Im folgenden Exempel wurde ein Stahlblech Federbeindom eines Mittelklassefahrzeugs durch eine hochintegrierte Gusslösung in Aluminium-Druckguss ersetzt. Die bisher aus acht Einzelteilen gebaute Schweiß-Konstruktion ließ sich in einem Gussteil abbilden. Es gelang dort nicht nur die verschiedenen Funktionen der bisher gebauten Lösung, sondern auch Teilbereiche des Fahrwerkes mit einzubeziehen.

In der Aluminium-Druckguss-Konstruktion gelang es, den Konzeptleichtbau mit dem Werkstoff- und Fertigungsleichtbau zu verknüpfen. Somit ließen sich rund 11 kg im Gesamtfahrzeug einsparen [1].

Zusammenfassung

Leichtbau im Automobil ist wichtiger denn je, Umweltschutz und gesetzliche Rahmenbedingungen werden hierfür weiterhin Treiber bleiben. Es ist jedoch keine Einzeldisziplin, man hat nur dann Erfolg, wenn die entsprechenden Strategien holistisch angewendet werden.

Die gezeigten Beispiele belegen, dass Guss Potenzial für innovative Leichtbaulösungen bereithält. Vielfältige Inte-

grationsmöglichkeiten und ein breites Spektrum an Werkstoffen und Verfahren geben einen umfangreichen Werkzeugkasten für die individuelle Aufgabenstellung ab.

Moderne Formanlagen und Prozesse unterstützen den Leichtbau durch höhere Genauigkeit und helfen somit, besonders filigrane und damit leichte Gussteile zu produzieren. Durch den geringeren Energieverbrauch tragen sie dazu bei, eine effiziente und ressourcenschonende Produktion zu ermöglichen.

Für die Zukunft sind Ansätze, wie höherfeste Gusswerkstoffe und hybride Multimaterial-Bauweise, denkbar, um die nächste Stufe unserer „Passion for a Lighter Future“ in Serienfahrzeugen umzusetzen.

Quellen

[1] M. Brummer, P. Wanke, AUDI AG: Vortrag „Leichtbau bei Audi“, Oktober 2012.

Kontaktadresse:

Georg Fischer Automotive AG
CH-8201 Schaffhausen | Amsler-Laffon-Strasse 9
Tel.: +41 (0)52 631 2711
E-Mail: guido.rau@georgfischer.com | www.gfau.com

BORBET®
Austria
Ein Unternehmen der BORBET-Gruppe





DESIGN mit LEICHTIGKEIT

BORBET Austria GmbH
Lamprechtshausener Straße 77
5282 Ranshofen
Telefon: +43(0)7722/884-0
E-mail: office@borbet-austria.at
Internet: www.borbet-austria.at

INNOVATIVER PARTNER der AUTOMOBILINDUSTRIE



Seit 30 Jahren im Dienste der Gießereien

Quarzsande mit neuen Eigenschaften, die eine Revolution im Binderverbrauch darstellen und dadurch umweltfreundlicher sind.

Lieferprogramm:

- Quarzsande
- Synthetische Sande
- Feuerfeste Massen
- Chemische Produkte
- Legierungen
- Speiser- und Filtertechnik
- Eingusssysteme
- Montagen

A-3134 Reichersdorf, Industriestrasse 12, www.giba.at

Ressourceneffizienz und Leichtbau mit Guss aus Sicht eines Premiumherstellers*)

Efficient Use of Resources and Lightweight Construction with Casting from the Perspective of a Premium Manufacturer



Dr.-Ing. Anton Stich,

Studium Maschinenbau mit Schwerpunkt Konstruktion und Entwicklung an der Technischen Universität München. Danach 1990 bis 1994 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkstoffe und Verfahren. Seit 1995 Fachreferent für metallische Werkstoffe in der Abteilung für Werkstoffe, Verfahren und Fügetechnik der

AUDI AG, Ingolstadt und seit 2012 Teamkoordinator für die Vorentwicklung neuer Werkstoffe und Werkstofftechnologien in der Abteilung „Umwelt & Produkt“ in der Technischen Entwicklung.

Schlüsselwörter: Leichtbau im Fahrzeugbau, Werkstoffauswahl, Lebenszyklusanalyse, Umweltbilanz, Ressourceneffizienz, Sekundärlegierungseinsatz

Kurzfassung

Die Entwicklung zukünftiger Fahrzeuge wird wesentlich von Umweltaspekten geprägt. Auf Grund der internationalen Umweltgesetzgebung steht heute die Nutzungsphase im Fokus, in der etwa 80% der Gesamtemissionen entstehen. Das Problem zunehmender Treibhausgase und abnehmender Ressourcen erfordert jedoch langfristig einen breiter angelegten Ansatz. Audi erstellt deshalb bereits heute für jede neue Fahrzeugbaureihe detaillierte Umweltbilanzen und betrachtet den ganzen automobilen Lebenszyklus von der Herstellung über die Nutzung bis zum Recycling. Neben der Effizienzsteigerung aller Antriebe und der Entwicklung alternativer Kraftstoffe ist eine der wichtigsten Aufgaben der ganzheitlich umweltgerechte Leichtbau. Werkstoffe und Leichtbautechnologien müssen hohen Ansprüchen hinsichtlich ihrer Umwelteigenschaften genügen. Dem verstärkten Einsatz von Sekundärlegierungen kommt aus Umwelt- und Kostensicht eine hohe Priorität zu.

1. Einleitung

Die Reduktion von Treibhausgasen und die Schonung der Ressourcen sind zentrale Anforderungen unserer Zeit und stellen für die Entwicklung neuer Automobile große Herausforderungen dar. In allen Regionen der Welt verschärfen sich derzeit die Emissionsanforderungen, insbesondere hinsichtlich des CO₂-Ausstoßes deutlich, wobei die Regierungen jeweils eigene gesetzliche Standards und Grenzwerte definiert haben. So darf die Fahrzeugflotte in der Europäischen Union im Jahr 2015 nur noch maximal 130 g CO₂/km im EU-Normzyklus emittieren, was umgerechnet einem Kraftstoffverbrauch von rund 5,5 l Benzin oder 4,9 l Diesel entspricht. Für das Jahr

2020 ist eine Verschärfung des Grenzwerts auf 95 g CO₂/km vorgesehen. Die USA haben angekündigt, den durchschnittlichen Flottenverbrauch von heute ca. 8,3 l/100km auf 4,3 l/100km in 2025 senken zu wollen (CAFE-Standards). Zusätzlicher Druck auf die Automobilhersteller entsteht aus ökonomischer Sicht durch die stetig steigenden Kraftstoffpreise und die drohenden Strafzahlungen bei Überschreiten der CO₂-Grenzwerte. Hinzu kommt der zu erwartende, damit einhergehende Imageschaden, da Erfolge bei der Emissionsreduzierung mit Technologiekompetenz und Innovationskraft gleichgesetzt werden. Betrachtet man zudem das auf Klimakonferenzen diskutierte Ziel, die weltweiten Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um ca. 60 % gegenüber dem Jahr 2010 zu senken, so ist davon auszugehen, dass die CO₂-Grenzwerte in den nächsten Jahrzehnten noch verschärft und gegebenenfalls auch über die automobilen Nutzungsphase hinaus ausgeweitet werden. Zudem verlangen die Kunden von Premiummarken nachhaltige Antworten hinsichtlich der Umweltperformance ihrer Fahrzeuge. Audi erstellt deshalb bereits heute für jede neue Fahrzeugbaureihe detaillierte Umweltbilanzen und analysiert dazu den gesamten automobilen Lebenszyklus von der Herstellung über die Nutzung bis hin zum Recycling. Die CO₂-neutrale Mobilität ist dabei das erklärte Ziel.

2. Die Umweltbilanz

Die Umweltbilanz, auch Lebenszyklusanalyse genannt, ist eine anerkannte Methode, um die Umweltwirkungen eines Fahrzeugs im Laufe seines gesamten Lebenszyklus zu analysieren. Sie dient der Bewertung umweltrelevanter Aspekte, wie Treibhausgasemissionen, Energieverbrauch, Versauerung oder Sommersmog. Die Betrachtung beginnt bei der Gewinnung der Rohstoffe sowie der Herstellung der Halbzeuge und Bauteile. Hinsichtlich der Fahrzeugnutzung werden die Emissionen aus dem Fahrbetrieb und aus der Herstellung der Kraftstoffe ermittelt. Dabei wird eine Laufleistung von 200.000 km zu Grunde gelegt. Am Ende des Lebenszyklus gehen noch die Energieaufwendungen für das Recycling in die Gesamtenergiebilanz ein (**Abb. 1, nächste Seite**).

Bei einem Dieselfahrzeug der Golfklasse, wie dem Audi A3, entstehen rund 80% der Gesamtemissionen während der Fahrzeugnutzung, wobei etwa 10% der Kraftstoffherstellung und ca. 70% der Laufleistung zuzurechnen sind. Rund 20% entfallen auf die Produktion von Werkstoffen und Bauteilen sowie auf die Fahrzeugproduktion. Davon werden aber nur etwa 10% (absolut rund 2 % an den Gesamtemissionen) durch die Audi Produktionsstandorte verursacht. Die Energieaufwendungen für das Recycling liegen bei kleiner 1%. Je nach Fahrzeugmodell, Antriebsaggregat, Kraftstoff und Verbrauch können die Anteile von den genannten Werten abweichen. Die größten Stellhebel zur CO₂-Reduktion liegen demnach in der Nutzungsphase sowie bei den Lieferanten. Allerdings werden beim OEM bereits bei den ersten Konzeptbetrachtungen

*) Vorgetragen auf der 7. VDI-Tagung „Gießtechnik im Motorenbau“ am 5. Februar 2013 in Magdeburg, s.a. VDI-Berichte 2189 „Gießtechnik im Motorenbau“, VDI-Verlag Düsseldorf 2013, S. 51/60.

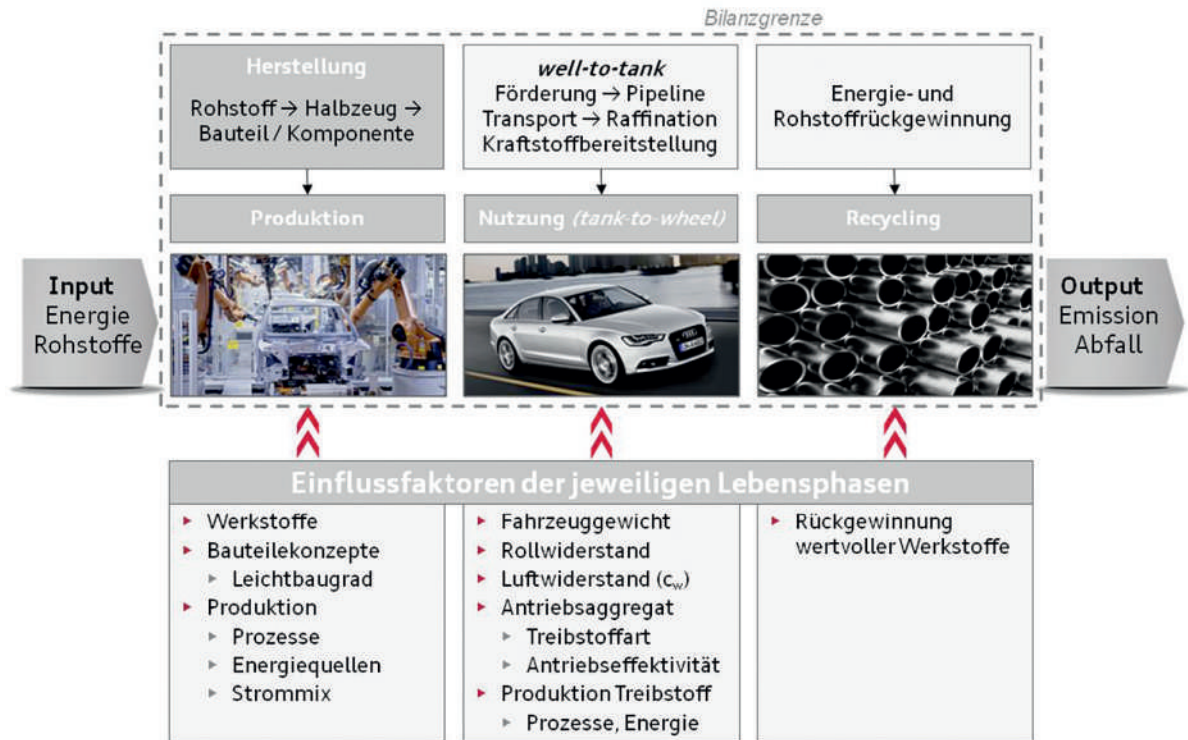


Abb. 1: Lebenszyklusanalyse und Einflussfaktoren

im Entwicklungsprozess eines neuen Fahrzeugmodells Entscheidungen getroffen, die merkliche Einflüsse auf die gesamte Lieferkette und die Produktion, und somit auf die Gesamtemissionen haben. Dazu zählen beispielsweise Entscheidungen zum Antriebs- und Karosseriekonzept.

3. Werkstoffauswahl und CO₂-Reduktion in der Herstellphase

Die eingesetzten Werkstoffe haben einen großen Einfluss auf die Umweltbilanz. Die Leichtmetalle Aluminium und Magnesium sind energieaufwändiger in der Herstellung als Stahl und Gusseisen und wirken sich daher stärker auf die Treibhausgasemissionen in der Herstellphase aus. **Abb. 2** zeigt die äquivalenten CO₂-Emissionen, die bei der Herstellung von 1 kg Bauteil aus verschiedenen Werkstoffen entstehen. Die Streubreiten resultieren aus unterschiedlichen Herstellprozessen, Lieferketten und Recyclinganteilen. Bei Aluminium entspricht der untere Grenzwert einem 1 kg schweren Gussbauteil, das voll-

ständig aus Recyclingmaterial gegossen wurde, der obere Grenzwert einem Blechbauteil aus einer Primärlegierung ohne Recycling des Verschnitts. Gussbauteile aus Primäraluminium sind in der Mitte des gezeigten Streubands anzusiedeln. Wesentlichen Einfluss auf die Höhe der CO₂-Emissionen hat der eingesetzte Energiemix für die Herstellung von Primärmaterial und die Höhe des Recyclinganteils, der dem Primärwerkstoff zugesetzt wird.

Bei Magnesium ist nur die Gussroute in **Abb. 2** abgebildet, da sich Magnesiumbleche und -profile heute in der Automobilindustrie noch nicht durchgesetzt haben. Die deutlich höheren Emissionen im Vergleich zum Aluminium resultieren aus dem Fehlen einer Recyclingroute und den energetisch nicht optimalen Prozessen in den heute üblichen Lieferketten. Während Stahl und Aluminium günstig getrennt, eingeschmolzen und dem Materialfluss in mehr oder weniger der gleichen Qualität wieder zugeführt werden können, ist das bei Magnesium und Kohlefaserverstärktem Kunststoff derzeit noch nicht der Fall.

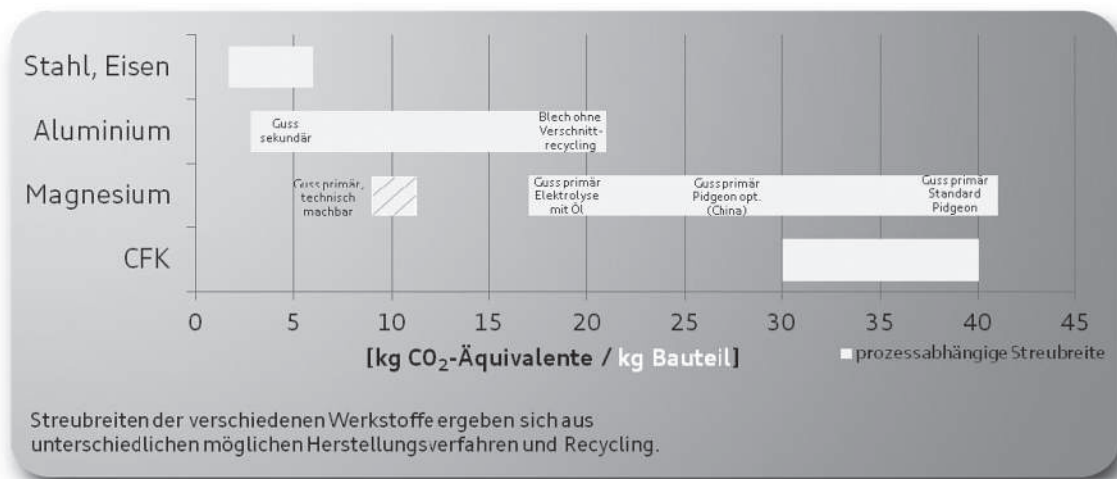
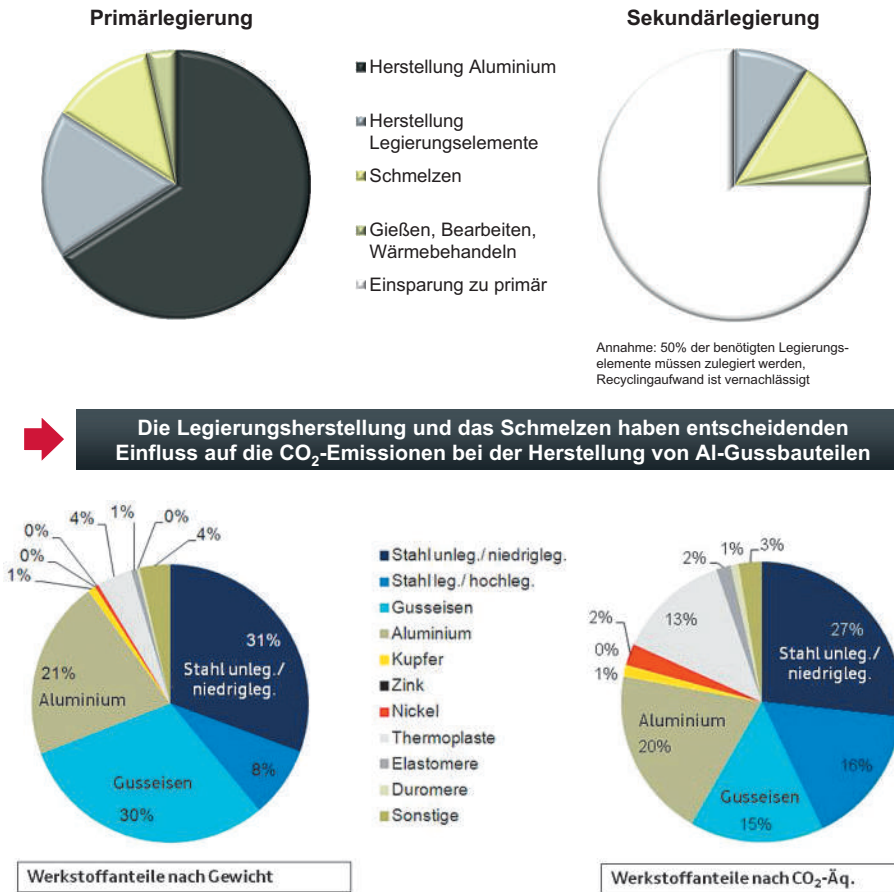


Abb. 2: CO₂-Emissionen bei der Herstellung von 1 kg Bauteil aus verschiedenen Werkstoffen. Die Streubreiten resultieren aus unterschiedlichen Herstellprozessen, automobilüblichen Lieferketten und Recyclinganteilen.

Abb. 3: CO₂-Anteile bei der Herstellung eines AluminiumgussbauteilsAbb. 4: Werkstoffeinsatz im Aggregat nach Gewicht und CO₂-Äquivalent der eingesetzten Werkstoffe am Beispiele Audi 1,8l TFSI

stoffen über Recycling und Logistik sicherzustellen und die Anforderungen durch ein entsprechendes Produktangebot zu erfüllen.

In Abb. 4 sind die Werkstoffzusammensetzung für das Audi 1,8l TFSI Aggregat und die korrespondierenden CO₂-Äquivalente aus der Herstellphase dargestellt.

Hauptbestandteile sind un- und niedriglegierte Stähle sowie Gusseisen mit einem Gewichtsanteil von jeweils rund 30 %, gefolgt von Aluminium mit einem Anteil von 21 %. Höherlegierte Stähle kommen mit 8 %, Thermoplaste mit ca. 4 % vor. Das rechte Teilbild gibt die CO₂-Äquivalente wieder, die den Gewichtsanteilen der Werkstoffe und Lieferketten entsprechen.

Der CO₂-Fußabdruck einer Komponente kann durch die Auswahl des Werkstoffs und der Lieferantenkette sowie durch die Minimierung des Materialeinsatzes wesentlich beeinflusst werden. Weitere Verbesserungspotentiale ergeben sich aus einem verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, da elektrischer Strom insbesondere bei der Herstellung der Leichtmetalle eine wichtige Rolle spielt. Bei Stahl überwiegt hingegen der Wärmebedarf, der nur teilweise aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden kann. Beispielsweise können die Emissionen bei der Herstellung von Magnesium durch den Einsatz optimierter Prozesse auf das Niveau von Primäraluminium gedrückt werden (siehe Abb. 2). Material- und Komponentenhersteller haben dadurch die Möglichkeit, ökologisch konkurrenzfähige Produkte durch entsprechende strategische Investitionen bereitzustellen.

Abb. 3 zeigt, wie sich die CO₂-Emissionen, die bei der Herstellung eines Aluminiumdruckgussbauteils anfallen, in etwa zusammensetzen. Bei der Verwendung von Primärmaterial sind die Energieaufwendungen für die Herstellung des Aluminiums und der benötigten Legierungselemente für mehr als drei Viertel der Gesamtemissionen verantwortlich. Gießen, Wärmebehandeln und Bearbeiten haben hingegen nur sehr begrenzte Auswirkungen. Bei der Verwendung von Sekundärmaterial reduzieren sich die Gesamtemissionen um ca. drei Viertel gegenüber Primärmaterial, da für die Legierungsherstellung etwa 90 % weniger Energie benötigt wird. Die Erhöhung des Anteils von Sekundäraluminium eröffnet somit die Möglichkeit, den Energiebedarf und damit die CO₂-Belastung entsprechender Bauteile zu senken und zusätzlich die Energiekosten zu reduzieren. Dem verstärkten Einsatz von Sekundäraluminium für Guss-, Blech- und Profilbauteile kommt daher eine hohe Priorität zu. Die Zulieferindustrie ist hier gefordert, die Lieferbarkeit von Sekundärwerk-

Der Vorteil von Gusseisen in der Produktionsphase geht deutlich hervor. Bei einem Gewichtsanteil von ca. 30 % sind die Bauteile aus Gusseisen nur für rund 15 % der CO₂-Emissionen verantwortlich. Beim Aluminium ist der Gewichts- und CO₂-Anteil ungefähr gleich, bedingt durch den hohen Anteil an Sekundärlegierungen. Demgegenüber tragen Bauteile aus höherlegierten Stählen sowie Thermoplaste überproportional zu den CO₂-Emissionen in der Herstellphase bei.

4. Leichtbau und CO₂-Reduktion

Als Motivation für den Leichtbau im Automobil sind grundsätzlich vier Treiber zu nennen:

- Die Verbesserung von Fahrdynamik und Fahrsicherheit,
- die Reduzierung der Betriebskosten durch Senken des Kraftstoffverbrauchs,
- die Gesetzgebung hinsichtlich Flottenemissionen und Flottenverbrauch
- sowie der Innovationszwang im globalen Wettbewerb.

Leichtbau verbessert immer die CO₂-Bilanz in der Nutzungsphase, weshalb Leichtbau ein wichtiger Baustein für die Erreichung zukünftiger CO₂-Grenzwerte ist. Die in Abb. 5 angegebenen durchschnittlichen Leichtbaupotentiale für die Leichtbauwerkstoffe Aluminium, Magnesium und CFK gegenüber Stahl lassen sich direkt in eine Senkung des Kraftstoffverbrauchs umsetzen. So führt eine Gewichtsreduktion von 100 kg zu einer Verbrauchsreduzierung von etwa 0,3 l/100km im NEFZ, vorausgesetzt Motor und Getriebe werden an das Mindergewicht angepasst. Beim Diesel ist dieser Vorteil etwas geringer als beim Ottomotor.

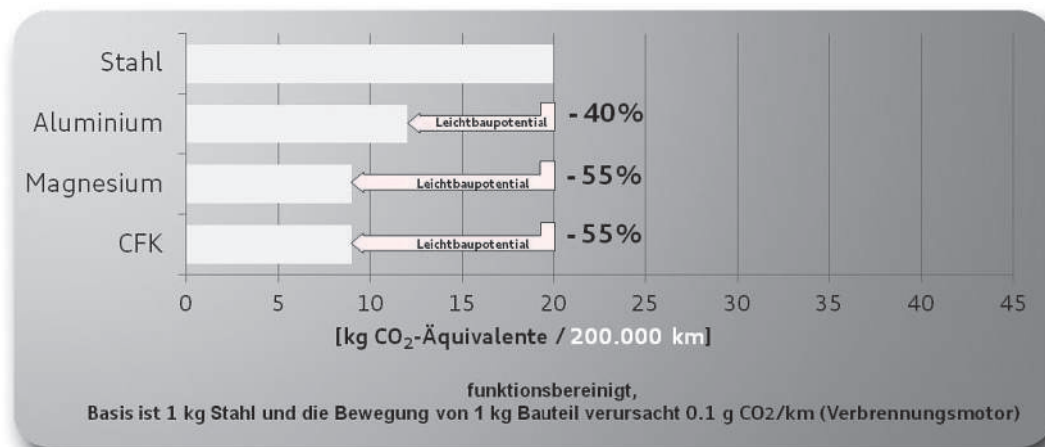


Abb. 5: CO₂-Emissionen in der Nutzungsphase für verschiedene Werkstoffe

Betrachtet man die Lebenszyklusanalysen für funktionsgleiche Bauteile aus Aluminium-, Magnesium- und Eisenguss in **Abb. 6**, so wird deutlich, dass der CO₂-Vorteil von Gusseisen in der Produktionsphase wegen der höheren Bauteilmasse in der Nutzungsphase sukzessive verloren geht. Sekundäraluminium ist dem Gusseisen wegen des Mindergewichts bereits in der Herstellphase ebenbürtig. Magnesiumgusswerkstoffe tragen ebenfalls dazu bei, das Fahrzeuggewicht und damit die CO₂-Emissionen in der Nutzungsphase signifikant zu senken. Über dem gesamten Lebenszyklus haben sie jedoch aktuell noch Nachteile gegenüber Aluminium und Stahl, wenn sie aus den heute üblichen Lieferketten stammen (Linie „Mg primär Mix“). Audi ist sich dieser Problematik bewusst und sucht daher intensiv nach Möglichkeiten, die CO₂-Emissionen von Magnesiumbauteilen durch Erschließen energieeffizienterer Herstellprozesse und Umsetzung hoher Leichtbaugrade zu senken. Entsprechende Lieferstrukturen, die nach 200.000 km Laufleistung das Niveau von Sekundäraluminium erreichen können, stehen heute aber nur in sehr begrenztem Umfang zur Verfügung (Linie „Mg primär, Herstellung CO₂ optimiert“).

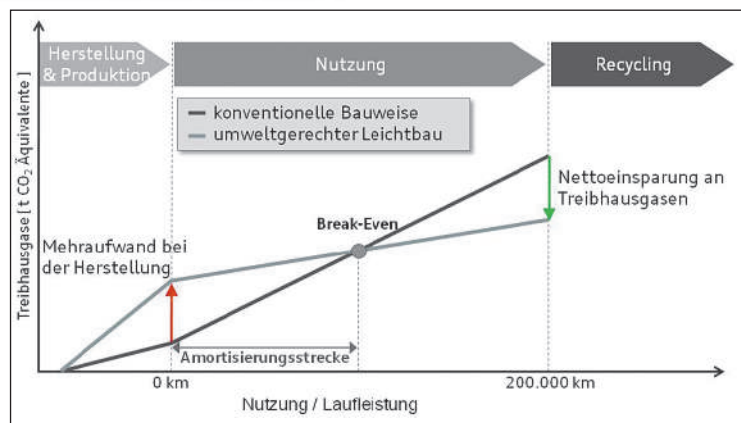


Abb. 7: Umweltgerechter Leichtbau

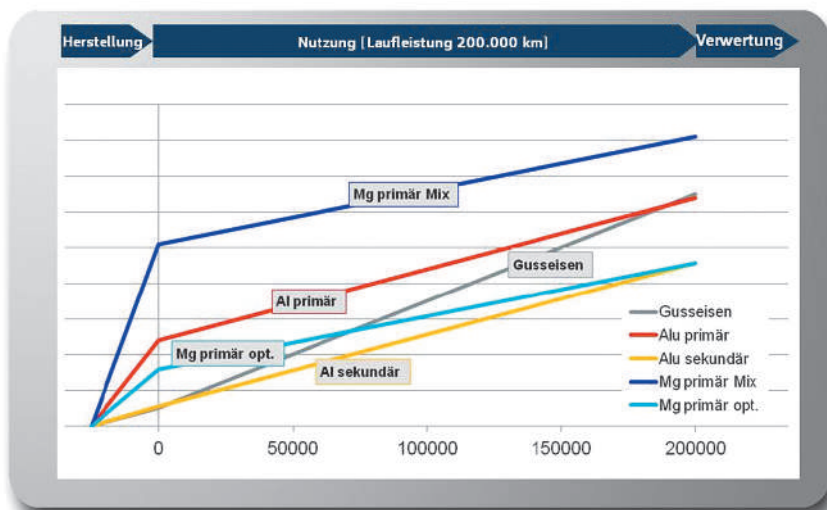


Abb. 6: Lebenszyklusanalyse für Aluminium, Magnesium und Stahl/Gusseisen

Für Audi bedeutet umweltgerechter Leichtbau, wenn die CO₂-Einsparung in der Nutzungsphase höher ist als der ökologische Rucksack aus der energieintensiveren Herstellung (**Abb. 7**). Einzelne Leichtbaumaßnahmen wer-

den dabei nicht getrennt hinsichtlich ihrer Umwelteffizienz bewertet, sondern aus Fahrzeugsicht unter Kenntnis aller Leichtbaumaßnahmen, möglicher Sekundäreffekte und des Potentials zur Motor- und Getriebenanpassung betrachtet. Beispielsweise setzt ein geringeres Karosseriegewicht eine Abwärtsspirale in Gang, die ein Downsizing von Fahrwerk und Antrieb ermöglicht, zum Beispiel eine kleiner dimensionierte Bremsanlage oder leichtere Achsen und Federn. In der Umweltbilanz helfen diese Effekte, den Mehraufwand bei der Herstellung der Leichtbauwerkstoffe weiter zu kompensieren, so dass selbst der Leichtbau mit Magnesium aus konventionellen Lieferketten heute aus Sicht der Lebenszyklusanalyse in vielen Fällen vertretbar ist.

Fahrdynamik, Sicherheit, Effizienz und CO₂-Emissionen sind wichtige Treiber für den Leichtbau im Automobil. Andererseits agiert die Automobilindustrie in einem höchst preissensiblen Markt. Daraus resultiert die Anforderung, die Kosten für die Einführung neuer Leichtbauwerkstoffe und Leichtbautechnologien möglichst gering zu halten. Das gilt insbesondere auch für die Beschaffung von Werkstoffen und Halbzeugen aus umweltgerechten Lieferketten. Für den umweltgerechten Leichtbau ist es daher von zentraler Bedeutung, durch Werkstoff- und Prozessinnovationen auf der Kostenseite wettbewerbsfähig gegenüber den heute eingesetzten Werkstoffen zu sein. Die Verbesserung der Recyclingprozesse kann ein Lösungsansatz sein.

5. Umweltgerechter Leichtbau im Aggregat

Ein Beispiel für den umweltgerechten Leichtbau im Aggregat ist der Zylinderkopf im Audi 1,8l TFSI und 2,0l TFSI Gen. 3 (Abb. 8), der über alle Leistungsklassen eingesetzt wird. Durch die Integration des üblicherweise separat ausgeführten Abgaskrümmers in den Aluminium-Zylinderkopf werden eine Reihe von Vorteilen erreicht: So werden der Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen in der Nutzungsphase durch Entfall der Voll- und Teillastanfertigung signifikant reduziert. Das konventionelle System muss zum Bauteilschutz bei hohen Lasten durch Kraftstoffanreicherung gekühlt werden, auch wenn ein hochtemperaturfestes Turbinenmaterial eingesetzt wird. Zusätzlich ergibt sich ein Systemkostenvorteil durch den Entfall von teurem austenitischem CrNi-Stahlguss für den separaten Krümmer. Dem stehen nur geringe Mehrkosten für den Zylinderkopf gegenüber, die vor al-

lem aus einem höheren Aluminiumeinsatzgewicht und einer komplexeren Gieß- und Kernpakettechnik resultieren. Der Gewichtsvorteil im Gesamtsystem beträgt ca. 1,5 kg. Durch Beibehaltung einer Aluminium-Sekundärliegierung für den Zylinderkopf und durch die Einsparung des CrNi-Stahlgusswerkstoffs für den Krümmer sind die CO₂-Emissionen in der Herstellungsphase gegenüber dem konventionellen System um rund 20 % geringer.

6. Zusammenfassung

Umwelteffizienz und Gesamtenergiebilanz sind heute noch Differenzierungsfaktoren, werden zukünftig aber wahrscheinlich Basisanforderung sein. Von Premiumherstellern wird verlangt, dass sie hinsichtlich Umweltschutz und Ressourceneffizienz Vorreiter sind. Die Kunden setzen das Erreichen von CO₂-Zielen mit Technologieführerschaft und Innovationskraft gleich. Audi hat sich deshalb zum Ziel gesetzt, die Gesamtemissionen von jedem neuen Fahrzeugmodell im Vergleich zum Vorgänger entscheidend zu verringern. Deshalb arbeiten wir nicht nur massiv an der Effizienzsteigerung aller Aggregate, sondern treiben auch die Entwicklung alternativer Kraftstoffe und umweltgerechter Leichtbauwerkstoffe und Leichtbautechnologien voran. Umweltgerechter Leichtbau bedeutet für Audi, wenn die Ersparnis in der Nutzungsphase höher ist als der Mehraufwand bei der Herstellung.

Kontaktadresse:

Dr.-Ing. Anton Stich
Umweltbilanzen/Erneuerbare Energien/Neue Werkstoffe
AUDI AG, I/EG-X1 | D-85045 Ingolstadt
Tel.: +49 (0)841 89 37541
Mobil (BIK): +49 841 89 575500
E-Mail: anton.stich@audi.de | www.audi.com

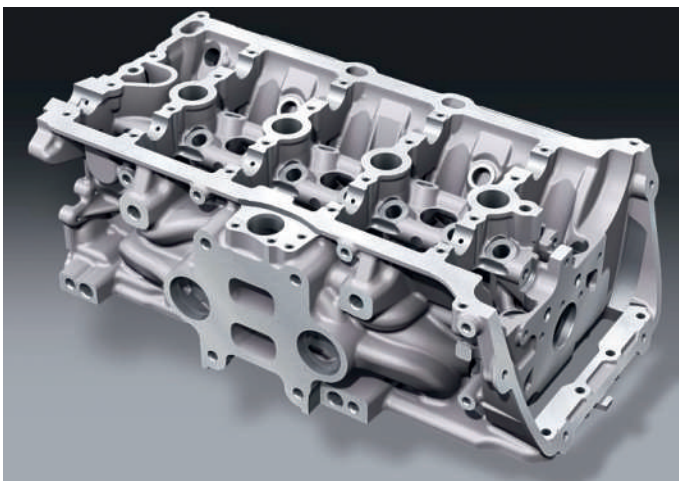


Abb. 8: Zylinderkopf des Audi 1,8l und 2,0l TFSI mit integriertem Abgaskrümmer

Georg Fischer Fittings GmbH

A-3160 Traisen / Österreich

Tel.: +43(0)2762/90300-378

Fax: +43(0)2762/90300-400

fittings.ps@georgfischer.com

www.fittings.at

+GF+

**Hochwertige Gewindefittings und
PRIMOFIT-Klemmverbinder aus Temperguss**



Ganzheitliche Betrachtung von effizientem Leichtbau bei struktureller Gussanwendung in der Prozesskette Karosserie*)

Holistic View of efficient Lightweight Structural Castings in Use in the Process Chain Body in white



Dipl.-Ing. Jean-Marc Ségaud, nach Ausbildung zum Modellbauer Studium des Gießereiwesens 1984/1988 an der Ecole Supérieure de Fonderie in Paris. Danach Produktionsleiter bei Aluteam (F), später bei Aluteam/Amag (D). 1992/1996 Leiter Verfahrenstechnik u. Produktentwicklung bei Fa. Alumetall/Honsel, Nürnberg. 1996/2000 Geschf. YMOS GmbH. Seit Okt. 2000 bei BMW, zunächst Abt.-Leiter Formel 1 Sandgussfertigung, Modellbau u. Konstruktion, 2003/2007 Abt.-Leiter Produktplanung, Konstruktion u. Formenbau, seit 2008 Abt.-Leiter Vorentwicklung u. Innovationsmanagement.

Schlüsselwörter: Leichtbau, Prozesskette Karosserie, Al-Druckguss

1. Einleitung

Die Erwartungshaltung der BMW-Fahrer einerseits, bei steigender Fahrdynamik weniger Kraftstoff zu verbrauchen, und die Gesetzgebung andererseits, mit der Zielvorgabe die CO₂-Emission drastisch zu reduzieren, verleihen dem Leichtbau eine ganz besondere Gewichtung:

Leichtbau ist der Schlüsselfaktor zur Senkung des CO₂-Ausstoßes von Fahrzeugen.

Die Material- und Komponentensubstitutionen, z.B. gefügte Blechteile durch integrative Gussbauteile (**Abb. 1**) in den neuen Karosseriekonzepten, erzielen beträchtliche Gewichtseinsparungen, erfordern aber gleichzeitig tiefgreifende Veränderungen in den Entwicklungs- und Fertigungsprozessen.

Konstruktions- und Auslegungsprinzipien können nicht mehr von einer Stahlkarosserie eins zu eins übernommen werden, Materialkarten und Berechnungsmethodik müssen angepasst werden.

Die Gießtechnik muss für großflächige und dünnwandige Teile weiterentwickelt werden. Die Prozessschritte der Füge- und deren Integration im Rohbau erfordern massive Veränderungen und der klassische Korrosionsschutz muss neu überlegt werden.

Die Anwendung integrativer Gussbauteile führt trotz Reduktion der Anzahl an Einzelblechteilen und Fügeoperationen in der Regel zu einer Kostenmehrung. Diese Mehrkosten pro eingesparter Gewichtseinheit (€/kg) sind im Vergleich zu herkömmlichen Prozessen und in Abhängigkeit von der Stückzahl oft nicht konkurrenzfähig.

Bei Gussanwendungen in der Rohkarosserie muss daher die gesamte Prozesskette und die Anpassung der vorhandenen Strukturen betrachtet werden (**Abb. 2**).

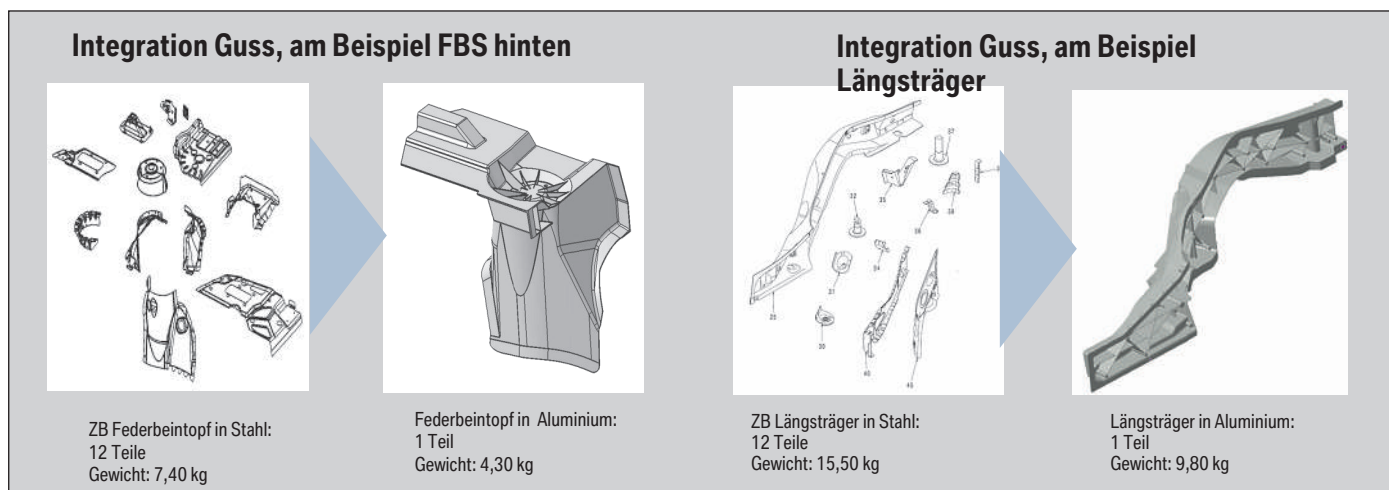


Abb. 1: Evolutionäre Materialsubstitution (Al-Gussteile)

Abb. 2: Grenze des revolutionären Ansatzes: Globale technische und wirtschaftliche Betrachtung bei der Anwendung von Druckgusskomponenten



*) Vorgetragen auf der 57. Österreichischen Gießereitagung am 11. April 2013 in Leoben

2. Auslegung und virtuelle Absicherung

Die Auslegung des neuen Konzeptes muss den Crash-, Akustik-, Festigkeits- und Steifigkeits-Anforderungen genügen. Aus einer topologieoptimierten Konstruktion, die die Funktionalität der Komponenten darstellt, werden Gusskomponenten und deren Gießwerkzeuge abgeleitet. Dabei werden die Entformungsrichtung und die Teilung, evtl. mit Schieber, sowie Wandstärke, Entformungsschräge und Rundungen gussgerecht angepasst. In mehreren Iterationsschleifen werden die Füllrichtung, die Entlüftungspositionen und die Geschwindigkeit der Füllphasen für einen qualitativ optimalen Verlauf der Formfüllung festgelegt. Darüber hinaus muss die Temperierstrategie zur Minimierung der Erstarrungsfehler zyklisch stabilisiert werden. Hier entsteht ein wesentlicher Unterschied zu Blech. Die Eigenschaften von Gussteilen sind nicht in allen Bereichen gleich, so dass die Anwendung einer einzelnen Materialkarte nicht die Realität des Verhaltens beim Crash darstellt.

Die Füll- und Erstarrungssimulation beschreibt sehr genau die Fehlerart (Oxyde, Lunker ...) und Fehlerorte (Materialanhäufungen, Rippenkreuzung ...). Über Mapping sind diese Daten für die Fahrzeugberechnung verfügbar. Allerdings übertrifft die Anzahl der Elemente aus dem Gussmodell bei weitem die Anzahl der Elemente in der Karosserie, so dass eine Crash-Berechnung mehrere Wochen dauern würde. Konsequenterweise muss die Methodik der Berechnung für den Einsatz von Gusskomponenten neu entwickelt werden, damit bei Geometrieänderungen schnell eine qualitative Aussage an den Guss- und Karosserie-Konstrukteur gegeben werden kann. Nur durch Parallelisieren der virtuellen und realen Prozesskette Druckguss ist eine entsprechend kurze Entwicklungsphase möglich. Ziel muss es sein, Serienwerkzeuge so früh wie möglich in einem seriennahen Stand bereitzustellen, um die optimale Anlaufreife zu erreichen (Abb. 3).

3. Gießtechnik: Schlüsselfaktoren Material, Werkzeuge

Die Gießtechnik muss für großflächige und dünnwandige Teile weiterentwickelt werden.

Bei Karosseriekomponenten muss die beste Kombination Streckgrenze/Verformbarkeit gefunden werden. Ein wichtiges Kriterium bei Crash oder Stanznieten ist die Verformbarkeit. Die Hochgeschwindigkeitsverformung einer Komponente ist im Wesentlichen durch deren Geometrie beeinflusst und steht selten in Korrelation mit den statisch ermittelten Dehnungswerten einer Legierung. Vielmehr spielen die Ungängen (geometrischer Faktor) und die durch Wärmebehandlung veränderte Morphologie des Gefüges die führende Rolle. Deswegen sollten in erster Linie die Gießeigenschaften einer Legierung noch vor den mechanischen Eigenschaften die Materialauswahl beeinflussen. Zusätzlich sichern weltweite Verfügbarkeit der Legierung und eine beherrschte Anwendung seitens der Gießer eine stabile und kostengünstige lokale Versorgung der Werke.

Zur Erfüllung der unterschiedlichen Bauteilanforderungen wird die Skalierbarkeit der Eigenschaften durch Variation des Mg-Gehaltes und der Wärmebehandlung erreicht. Hierzu wurden bekannte Ansätze aus der Legierungsfamilie AlSi10MgMn (Kupfer- und Eisen-arm) kombiniert und optimiert.

Mehr als die Taktzeit ist die technische Verfügbarkeit einer Gießanlage der entscheidende Faktor bei den Herstellkosten eines Gussteiles. Einen wesentlichen Einfluss haben die Werkzeugstandzeiten: erstens über die Investitionen, zweitens über die Störungen und drittens durch die Nacharbeit am Bauteil, die sie verursachen (Grat, Brandrisse ...). Ein Lösungsansatz ist das Sprühen von Trennmittelkonzentrat. Die mit 10 bis 20 Liter Wasser pro Schuss applizierten Trennmittel werden durch 50 bis 100 ml Konzentrat ersetzt. Das reduziert die Sprühzeit, die Wassermenge und den dabei entstehenden Thermoschock, Ursache für den Werkzeugverschleiß. Die

Gesamtanlageneffektivität (GAE) oder englisch Overall Equipment Effectiveness (OEE) wird verbessert und die Investition von Folgewerkzeugen kann später ausgelöst werden (Abb. 4).

Dafür muß aber die gesamte Werkzeugtemperierung neu ausgelegt werden. Dabei spielen die lokalen „Hot Spots“ nicht nur für die Bauteilerstarrung eine Rolle, sondern auch für die Lebensdauer des Werkzeuges. Die Wärme wird nicht mehr durch Sprühen der Oberfläche entzogen, sondern durch Kühlkanäle, die

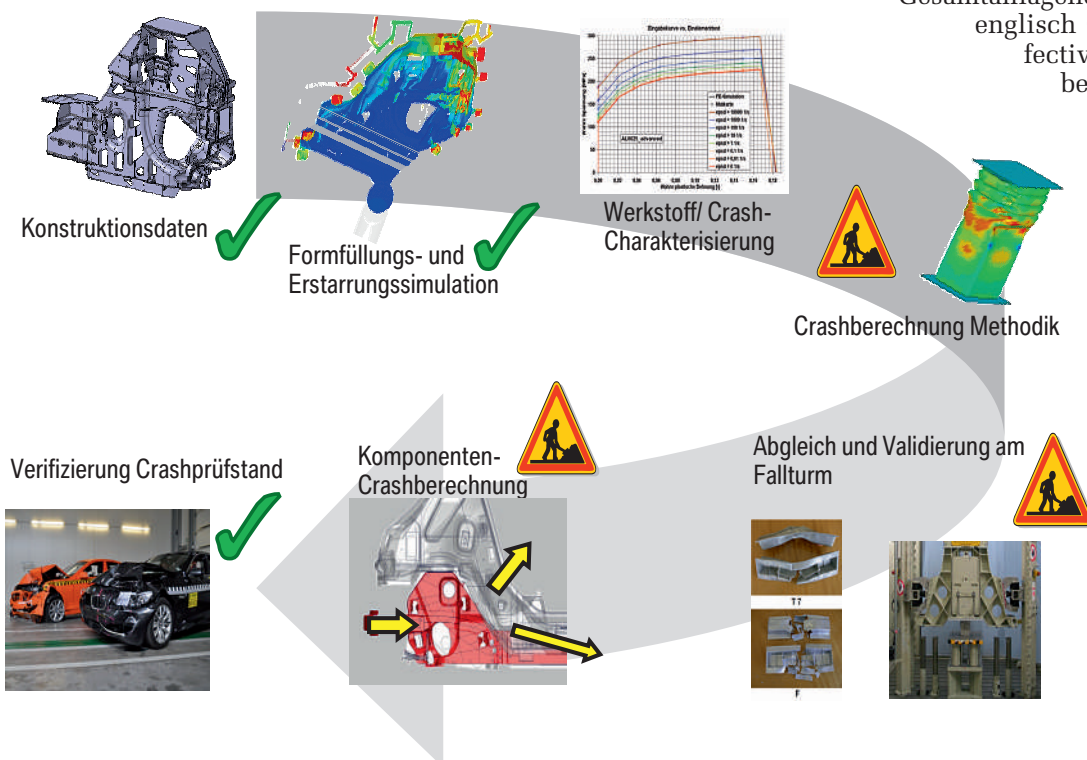
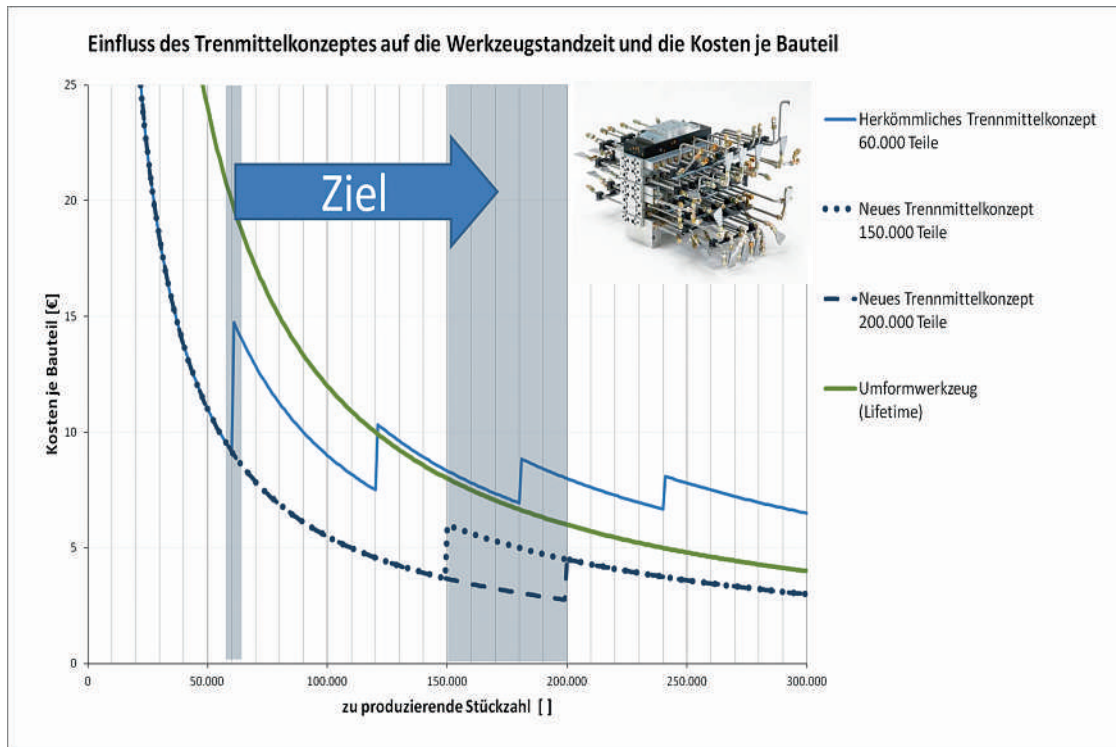


Abb. 3: Schließung der Simulationskette



Aufgabe:

- Sprunginvest senken
- Sprunginvest später

Hauptfaktor für Werkzeuglebensdauer:
Brandrisse durch Thermoschock beim Sprühen

BMW Antwort:
Konzentratsprühen

Abb. 4: Gegenüberstellung der möglichen Schusszahlen/Lebensdauer der Werkzeuge

konturnah im Werkzeug eingesetzt werden. Dies erhöht die Komplexität und schränkt die Änderungsmöglichkeiten der Druckgussform ein und macht die simultane virtuelle Absicherung der Werkzeuge noch wichtiger (Abb. 5).

Folgeprozesse – wie Wärmebehandlung und mechanische Bearbeitung – sollen flexibel in Varianten und Stückzahl sowie mit minimaler und wiederverwendbarer Investition durchgeführt werden.

Idealerweise sollten nachgelagerte Oberflächenbehandlung und Fügetechnik ohne große logistische Aufwendungen im Rohbau bzw. rohbaunah installiert werden.

5. Folgeprozesse: Schlüsselfaktoren Investition und Logistikkosten

Das Rohgussteil muss nach dem Gießprozess häufig noch eine lange Reise absolvieren. Das Trennen vom Anguss-system, das Entgraten, eventuelle Wärmebehandlungen wie Lösungsglühen, Abschrecken und Auslagern mit dem zwischengelagerten Richtprozess und eine weitere spanabhebende mechanische Bearbeitung sind kostenintensive Schritte, sowohl wegen der Zeit, die dafür erforderlich ist als auch wegen der Investitionen, die damit verbunden sind. Das Trennen vom Kreislaufmaterial er-

FÜR DAS KONZENTRATSPRÜHEN IST DIE GENAUE THERMISCHE AUSLEGUNG DES WERKZEUGS VON ENTSCHEIDENDER BEDEUTUNG.

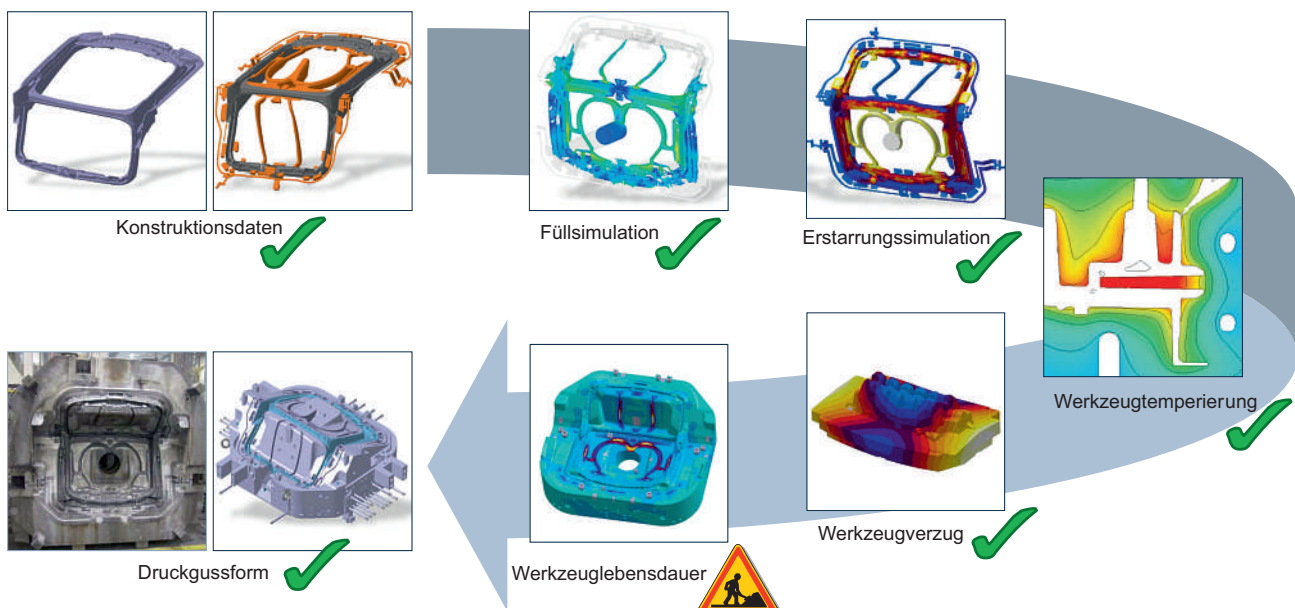


Abb. 5: Virtuelle Auslegung der Druckgießwerkzeuge

Bei voluminösen Strukturteilen ist der Transport ein entscheidender Kostenfaktor.

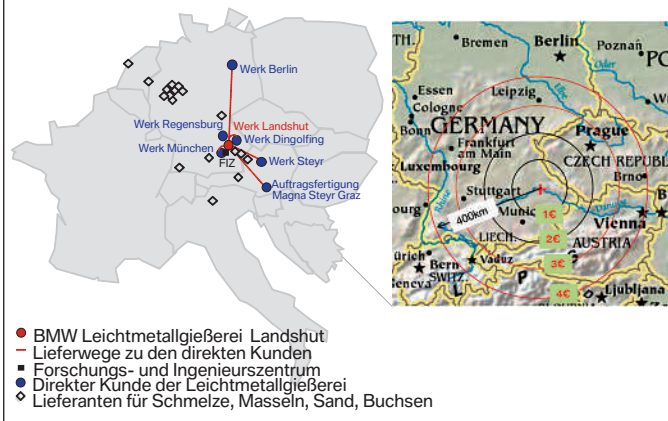


Abb. 6: Bedeutung der lokalen Versorgung aus Sicht der Logistikkosten

folgt in der Regel mittels eines Stanzwerkzeugs, das geometriespezifisch ist. Für die spanabhebende Bearbeitung werden auch bauteilspezifische Vorrichtungen eingesetzt. Alle diese Werkzeuge und Vorrichtungen müssen investiert, gelagert, gerüstet, instandgesetzt und bei Geometrieänderung entsprechend angepasst werden. Bei Motorenbauteilen wie Kurbelgehäusen, die in großen Stückzahlen produziert werden, spielen die Rüstvorgänge und die Anzahl der Werkzeuge nicht die dominante Rolle wie bei Design gebundenen Karosserieteilen. In diesem Fall verursacht die große Variantenvielfalt der Produkte immer wiederkehrende Kosten, die die beim Gießen realisierte Wertschöpfung übertreffen können (Abb. 6).

Sollten diese Folgeprozesse nicht direkt in der Gießerei durchgeführt werden, kommen noch Logistikkosten hinzu. Dazu gehören nicht nur das Handling der Komponenten und die Länge der Transportwege, sondern auch die Investition in Transportgestelle. Bei großflächigen Strukturbauteilen wird sogar mehr Leerraum als Gussvolumen bewegt. Je länger die Wege, desto grösser die Anzahl an nicht wertschöpfenden Investitionen. Die dabei entstehende Durchlaufzeit verbirgt noch das Risiko der Verlängerung von Rückmeldezeit bei Qualitätsproblemen.

Deswegen sollen Fertigungslösungen gewählt werden, die flexibel in Varianten und Stückzahl sowie mit minimaler und wiederverwendbarer Investition durchgeführt werden können.

Demnach sollten nachgelagerte Oberflächenbehandlung und Fügetechnik idealerweise ohne große logistische Aufwendungen im Rohbau bzw. rohbaunah installiert werden.

6. Zusammenfassung

Bei allen Leichtbau-Anstrengungen im Karosseriebau sind die Umsetzbarkeit und deren Konsequenzen in der Gesamtprozesskette zu betrachten. Die evolutive Vorgehensweise der Materialsubstitution ermöglicht die weitere Verwendung von vorhandenen Rohbaustrukturen, schränkt aber das Leichtbaupotenzial ein.

Der revolutionäre Ansatz von neuartigen Karosseriekonzepten ermöglicht das Erschließen von weiteren Gewichtsreduzierungen, verursacht aber enorme strukturelle Investitionen im Rohbau oder in der Montage.

Beide Methoden (Abb. 7) erfordern neue virtuelle Absicherungsmethoden, neue Rohbausequenzen und einen neuartigen Korrosionsschutz.

Diese Leichtbaumaßnahmen verursachen Mehrkosten auch entlang des Produktentstehungsprozesses. Die jahrzehntelang erprobten Prozesse von Presswerk und Rohbau können nicht mehr, wie beim Vorgängermodell, reproduziert werden. Jede neue Lösung muss in der Frühphase aus Vorentwicklungsprojekten transferreif, serientauglich abgesichert werden. Die Summe dieser Mehrkosten pro eingesparter Gewichtseinheit (€/kg) müssen entlang der Prozesskette in Summe kompensiert werden. Die Anwendung von hochintegrativen Gussbauteilen stellt einen vielversprechenden Weg dar. Für eine nachhaltige Effizienzsteigerung der individuellen Mobilität muss die Gusstechnologie sich dem Wettbewerb zu den etablierten Lösungen stellen und kreativere bzw. innovativere Ansätze als nur den bisherigen Weg der Materialsubstitution anbieten.

Kontaktadresse:

Jean-Marc Ségaud

BMW AG | Leichtmetallgießerei

D-84030 Landshut | Ohmstraße 2

Tel.: +49(0)871 702 3310

E-Mail: Jean-Marc.Segaud@bmw.de | www.bmwgroup.com



Abb. 7: Vorgehensweise bei Leichtbau

Simulationsgestützte Optimierung der Maßhaltigkeit von dünnwandigen Strukturbauteilen in der Prozesskette Aluminium-Druckguss*)

Simulation based Optimization of the dimensional Accuracy for thin-walled Structural Components in Aluminium High Pressure Die Casting



Dipl.-Phys. Christopher Thoma, geb. 1985, studierte Technische Physik an der Technischen Universität München mit der Spezialisierung auf Erneuerbare Energien, Kunststofftechnik, Fahrzeugbau und Gießereiwesen. Seit Oktober 2010 ist er Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen der Technischen Universität München und bearbeitet ein INI.TUM Kooperationsprojekt mit der Technologieentwicklung Gießen der AUDI AG in Ingolstadt. Das Kernforschungsgebiet liegt hierbei auf der simulationsgestützten Vorhersage und Kompensation der Verformungen von dünnwandigen Strukturbauteilen entlang der gesamten Prozesskette Druckguss.

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk, geb. 1968, studierte an der TH Darmstadt zuerst Physik und dann Mechanik mit dem Abschluss zum Dipl.-Ing. im Jahre 1994. Danach folgte die Promotion in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Ehlers an der Universität Stuttgart, Institut für Mechanik, mit dem Abschluss zum Dr.-Ing. im Jahre 1999. Prof. Volk arbeitete im Anschluss bei der BMW AG in München in verschiedenen Funktionen der Technologie Umformen mit Schwerpunkt Umformsimulation, Produkt- und Prozessplanung sowie Konzeptentwicklung. Seit 1.4.2011 ist Prof. Volk Ordinarius des Lehrstuhls für Umformtechnik und Gießereiwesen (utg) der TU München.



Dr.-Ing. Gregor Branner, geb. 1980, studierte an der Technischen Universität München Maschinenbau mit den Schwerpunkten Fahrzeug- und Motorentechnik sowie Produktionsmanagement. Von 2005 bis 2010 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) tätig und promovierte auf dem Gebiet der Produktionstechnik. Seit 2010 ist er Mitarbeiter der Technologieentwicklung bei der AUDI AG und beschäftigt sich mit der Planung einer Al-Druckgussfertigung.



Dipl.-Ing. Harald Eibisch, geb. 1975, studierte an der Friedrich-Alexander Universität in Erlangen Werkstoffwissenschaften mit dem Schwerpunkt Werkstoffkunde und Technologie der Metalle (WTM). 2000-2006 war er bei Neue Materialien Fürth GmbH als wissenschaftlicher Mitarbeiter auf dem Gebiet Mg-Druckguss und Mg-Thixomolding tätig. 2006-2007 arbeitete DI Eibisch bei der Robert Bosch GmbH im Zentralbereich Forschung und Vorentwicklung mit dem Schwerpunkt Werkstoff- und Bearbeitungstechnik Metalle, im speziellen Umformtechnik von nichtrostenden Stahlgüten. Seit 2007 ist er Mitarbeiter der Technologieentwicklung Gießen bei der AUDI AG und koordiniert dort die Vorentwicklungsaktivitäten im hauseigenen Gießerei-Technikum mit Fokus dünnwandiger Al-Druckguss für Karosseriekomponenten.



Kurzfassung

Für die simulationsgestützte Analyse des Druckgießens zur Vorhersage und Optimierung des prozessbedingten Verzugs wird an Lösungen für zwei unterschiedliche Legierungsspezifikationen gearbeitet. Bei naturduktilen Bauteilen ohne Wärmebehandlung bietet eine Methode die Möglichkeit der simulationsgestützten Verzugskompensation durch Vorhalten der Maßabweichungen im Werkzeug. Mit Hilfe der anderen Methode wird die Maßhaltigkeit bei wärmebehandelten Legierungen durch die simulationsgestützte Auslegung der Lagerung der Gussteile während des Lösungsglühens optimiert.

Abstract

For the simulation based analysis of the high pressure die casting process concerning the prediction and the optimization of the process related distortion, two methods for different alloy specifications have been developed. In regard of thin walled casting parts without heat treatment the distortion can be compensated by inverse die modification in comparison to the predicted distortion. For heat treated alloys the second simulation method helps to optimize the support of the casting parts during solution annealing and air quenching.

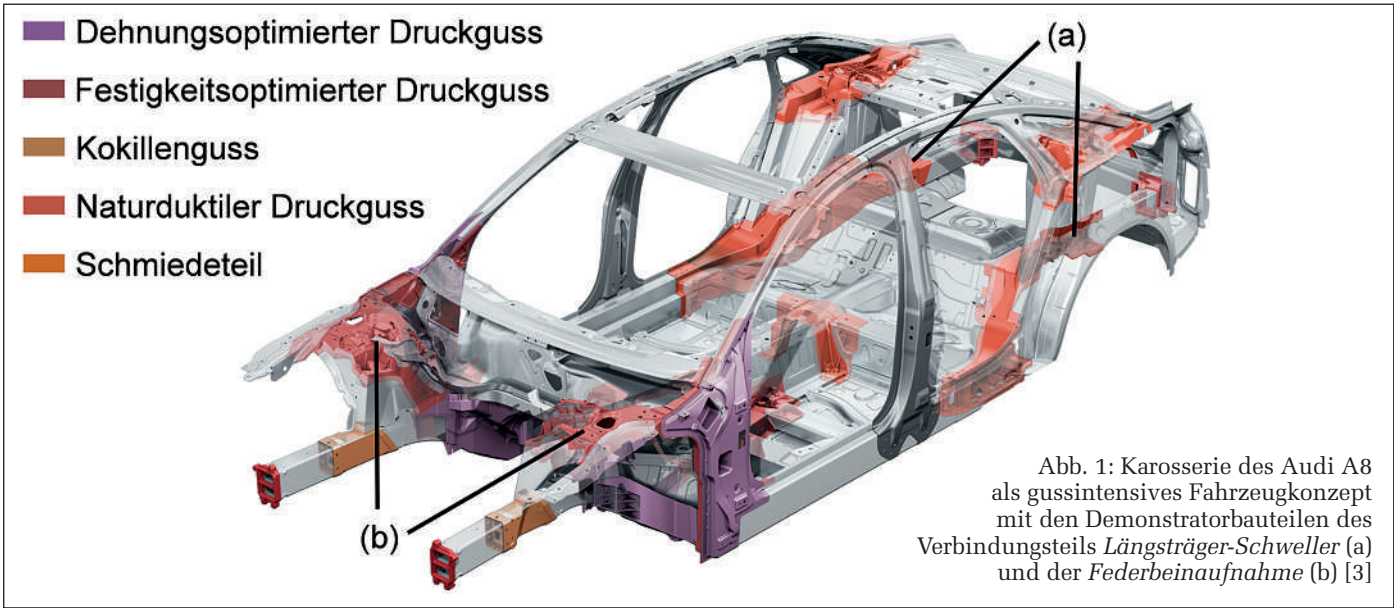
Schlüsselwörter: Al-Druckguss, Strukturbauteile, Maßhaltigkeit, Verzugsimulation

1. Einleitung

Zukunftsweisende Fahrzeugkonzepte, die den Anforderungen hinsichtlich CO₂-Einsparung und E-Mobilität gerecht werden, erfordern in der Fahrzeugarchitektur konsequenten Leichtbau [1]. Damit verbunden ist eine immer stärkere Funktionsintegration bei Karosseriebauteilen [2]. Das Fertigungsverfahren Druckgießen ermöglicht in diesem Zusammenhang die Herstellung anforderungsgerechter Bauteile für die Fahrzeugstruktur, erfordert jedoch zugleich die exakte Beherrschung der Prozesskette Druckguss.

Abb. 1 zeigt das Leichtbaukonzept des Audi Spaceframe® anhand der gussintensiven Karosserie des Audi A8 zusammen mit den im Weiteren untersuchten Demonstratorbauteilen eines Verbindungsteils Längsträger-Schweller (**Abb. 1a**) und einer Federbeinaufnahme (**Abb. 1b**). Während im Vorderwagen aufgrund der höheren Anforderungen an Duktilität und Festigkeit des Werk-

*) Vorgetragen von Ch. Thoma am Deutschen Gießereitag 2013 am 26.4.2013 in Fellbach. Erstveröffentlichung in GIESSEREI PRAXIS 7-8/2013, S. 332/335. Nachdruck mit Zustimmung der Autoren und des Verlages Schiele & Schön, Berlin.



stoffs Legierungssysteme mit Wärmebehandlung eingesetzt werden, finden im Hinterwagen naturduktile Legierungen Verwendung, die keiner Wärmebehandlung bedürfen und bereits im gegossenen Zustand die notwendigen mechanischen Kennwerte erfüllen [3].

Bei der Herstellung solcher Strukturteile sind jedoch noch produktionstechnische Herausforderungen sowohl hinsichtlich des Prozesses als auch des Bauteils zu bewältigen. Während im Prozess der Fokus momentan auf der Temperierung der Dauerformen und verschiedenen Kühl- und Sprühstrategien und damit einhergehend der Formstandzeit liegt, werden seitens Bauteilqualität stets höhere Anforderungen an die mechanischen Kennwerte und die Maßhaltigkeit der Bauteile gestellt. Im Hinblick auf den Verzug werden somit erst durch eine ganzheitliche Optimierung der Prozesskette mit Hilfe einer durchgängigen simulationsgestützten Abbildung die Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Großserieneinsatz von Druckgussbauteilen in der Fahrzeugstruktur geschaffen werden.

Die Prozesskette Druckguss unterteilt sich gemäß den Haupteinflussfaktoren für Maßabweichungen in die Sub-Prozessketten des Druckgießens und der Wärmebehandlung [4]. Für diese beiden Prozessschritte und damit verbundene Legierungssysteme werden im Folgenden Methoden zur Optimierung der Maßhaltigkeit vorgestellt, während weitere Prozessschritte, wie die mechanische Bearbeitung oder Fügeoperationen, nicht beachtet werden.

2. Verzugskompensation für naturduktile Bauteile

Gerade bei dünnwandigen Strukturbauteilen konkurrieren die steigenden Anforderungen hinsichtlich Maßhaltigkeit mit der vom Leichtbaugedanken getriebenen erhöhten Funktionsintegration und damit verbunden größeren Abmessungen. Die zulässige Abweichung vom Sollmaß liegt bei den Füge-/Anlageflächen derzeit bei 0,5 bis 0,7 mm. Im speziellen bei dem in Abb. 1 gezeigten Verbindungsteil Längsträger-Schweller mit einer Bauteillänge von 1,52 m führen bereits kleine Deformationen durch die langen Hebel zu großen Maßabweichungen in den Fugebereichen an den Enden des Bauteils. Diese prozessbedingten Verzüge entstehen maßgeblich während der Erstarrung und Ab-

kühlung des Bauteils in der Druckgussform, beim Abtrennen des Anguss- und Überlaufsystems und bei der weiteren Abkühlung auf Raumtemperatur durch Wandstärkenunterschiede und dadurch resultierende inhomogene Temperaturfelder. Diese Einflussfaktoren lassen sich nach aktuellem Stand der Wissenschaft und Technik bereits in der Simulation abbilden, so dass die Prozesssimulation als Werkzeug der Verzugsvorhersage eingesetzt werden kann [5]. Da weder ein manuelles noch ein automatisches Richten im Anschluss an den Druckgießprozess aufgrund der hohen Steifigkeit möglich ist [6], kann die Maßhaltigkeit nur durch kompensierende Werkzeugadaptionen optimiert werden.

Hierfür werden die aus dem Prozess stammenden Verformungen in der Gießsimulationssoftware MAGMA⁵ der MAGMA Gießereitechnologie GmbH unter Verwendung der in Tabelle 1 dargestellten Prozess- und Simulations-

Prozess-/Simulationsparameter	
Formwerkstoff:	X38CrMoV5, Werkstoffnummer 1.2343 nach DIN EN ISO 4957
Gießwerkstoff:	Castasil-37, AlSi9Mn, naturduktil [7]
Wandstärke:	2,5–4 mm
Füllzeit:	40 ms
Anschnittgeschwindigkeit:	50 m/s
Kolbengeschwindigkeit:	4,5 m/s
Nachdruck:	700 bar
Zuhaltezeit:	30 s
Formtemperierung:	ca. 150 °C, Ölkühlungen mit 100 °C bis 160 °C
Anzahl Simulationszyklen:	7

Tabelle 1: Prozess- und Simulationsparameter für die Zyklen-, Füll- und Erstarrungsberechnung des naturduktilen Strukturbauteils Verbindungsteil Längsträger-Schweller

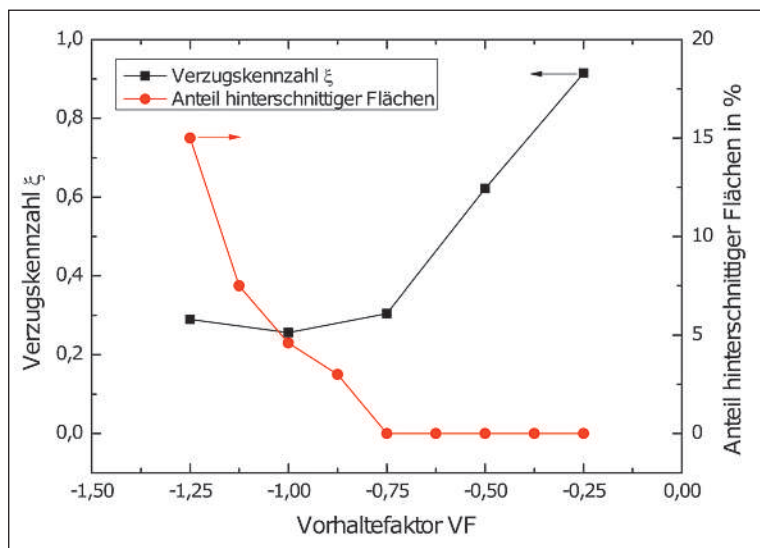


Abb. 2: Verzugskennzahl ξ und Anteil hinterschnittiger Flächen für verschiedene Vorhaltefactoren VF am Beispiel des Verbindungsteils *Längsträger-Schweller*

parameter berechnet. Als Legierungssystem wird die naturduktile Strukturgusslegierung AlSi9Mn der *Rheinfelden ALLOYS GmbH & Co. KG* verwendet, als Formwerkstoff dient ein Warmarbeitsstahl der Werkstoffnummer 1.2343 nach DIN EN ISO 4957. Während zu Beginn der Simulation von einer konstanten Temperatur im Werkzeug von 150 °C ausgegangen wird, stellt sich nach der Berechnung von sechs Druckgießzyklen ein stationärer Zustand des Temperaturfeldes im Werkzeug ein, das für die eigentliche Verzugsberechnung im siebten Zyklus herangezogen wird. Nach der Formfüllung erstarrt die Gusstraube im Werkzeug, bis nach 30 s die Form geöffnet und die Gusstraube ausgestoßen wird. Das Abgraten des Anguss- und Überlaufsystems wird in der FE-Simulation durch das Lösen der Verbindung zwischen den Bestandteilen der Gusstraube abgebildet, wodurch im Bauteil aufgebaute Spannungen in Form von Verformungen freiwerden können. Der Vergleich der Simulationsergebnisse mit Messreihen am Verbindungsteil *Längsträger-Schweller* zeigt eine sehr gute Übereinstimmung, so dass die Simulation als Basis für die Verzugskompensation dienen kann [4].

Zur objektiven Bewertung des Verzugs wird die Verzugskennzahl ξ eingeführt. Hierfür werden auf den Füge-/Anlageflächen stochastisch gleichverteilt n Messpunkte gesetzt, die jeweils mit der Flächentoleranz g gewichtet werden. Eine gewichtete Mittelwertbildung der jeweiligen Abstände Δx zwischen Soll- und Ist-Geometrie an den einzelnen Messpunkten ergibt die Verzugskennzahl ξ :

$$\xi = \frac{\sum_{i=1}^n g_i |\Delta x_i|}{\sum_{i=1}^n g_i}$$

In Abb. 2 ist die Verzugskennzahl in Abhängigkeit des Vorhaltefactoren dargestellt. Der Vorhaltefaktor VF ist dabei der Multiplikator, wie stark die berechneten Verzüge in die entgegengesetzte Richtung im Werkzeug vorgehalten werden. Die kommerzielle Gießsimulationssoftware *MAGMA⁵* bietet die Möglichkeit, die um den Vorhaltefaktor VF verformte Gussteilgeometrie zu exportieren. Die Verformungen der exportierten Geometrie setzen sich je-

doch aus einer Kombination aus Verzug und Volumenänderung in der Flüssigphase, während der Erstarrung und der thermischen Ausdehnung im Festkörper zusammen, so dass die Geometrie wieder auf die ursprüngliche zurückskaliert werden muss [8]. Da der Verzug des Bauteils nach Abb. 2 bei einem Vorhaltefaktor von -1 ein Minimum annimmt, wäre dies aus Sicht der Simulation das Optimum. Um die Entformbarkeit der Bauteile aus der Druckgussform im Prozess sicherzustellen, muss die Gussteilgeometrie jedoch eine Ausformschräge von mindestens 1,5° aufweisen, was in manchen Teilbereichen ab einem Vorhaltefaktor von -0,75 verletzt wird. In Abb. 2 ist der prozentuale Anteil der Flächen über dem Vorhaltefaktor dargestellt, die eine Ausformschräge von weniger als 1,5° aufweisen und somit als hinterschnittig gelten.

Bei Verwendung eines globalen Vorhaltefactoren für das gesamte Bauteil lässt sich unter Berücksichtigung der Herstellbarkeit somit der Verzug maximal um 75% verringern. Abb. 3 zeigt den Vergleich zwischen der herkömmlichen und dem

mit einem globalen Vorhaltefaktor von -0,75 verzugs kompensierten Werkzeug. Während in den meisten Bauteilbereichen der Verzug bereits minimal ist und somit die geforderte Toleranz von 0,5 mm bzw. 0,7 mm erfüllt, existieren weiterhin Bereiche, die außerhalb dieser Toleranz liegen.

Um für das gesamte Bauteil den Verzug zu minimieren, ist für jede Füge-/Anlagefläche der lokale maximal mögliche Vorhaltefaktor zu ermitteln, für den die Entformbarkeit noch gewährleistet werden kann. Die Geometrie des Gussteils, die zur Verzugskompensation verwendet wird, setzt sich somit aus den einzelnen lokal vorgehaltenen Füge-/Anlageflächen zusammen. Mit Hilfe von Global Shape Modeling Verfahren wird die ursprüngliche Gussteilgeometrie samt Anguss- und Überlaufsystem an die vorgehaltenen Flächen angepasst. Ein Verschneiden mit der Werkzeugkonstruktion ergibt die beiden verzugs kompensierten Formhälften der Druckgussform. In Abb. 4 sind anhand der Einfüllseite des Druckgießwerkzeugs für das Verbindungsteil *Längsträger-Schweller* die für die Verzugskompensation modifizierten Flächen farblich dargestellt.

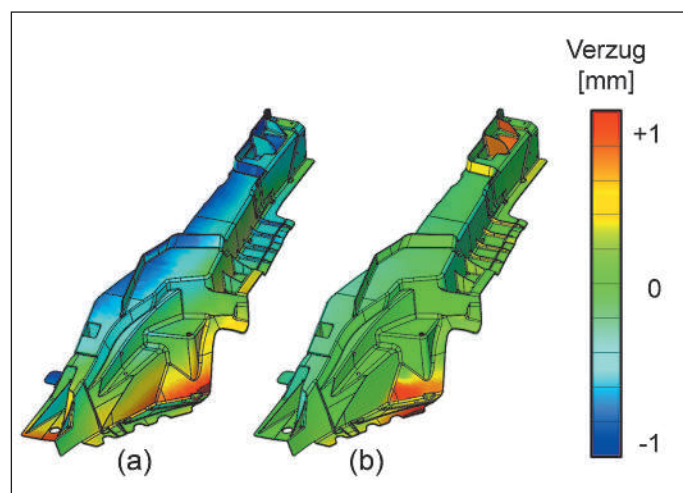


Abb. 3: Verformungen des Verbindungsteils *Längsträger-Schweller* nach dem Druckgießprozess unter Verwendung des herkömmlichen (a) und des verzugs kompensierten Werkzeugs (b)

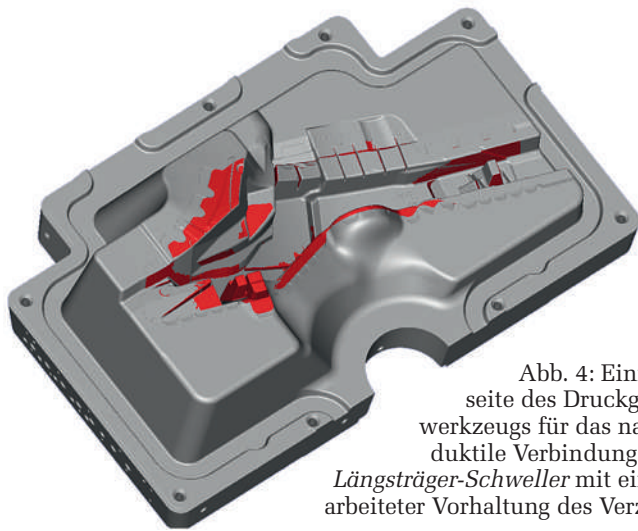


Abb. 4: Einfüllseite des Druckgusswerkzeugs für das naturduktile Verbindungsstück Längsträger-Schweller mit eingearbeiteter Vorhaltung des Verzugs

3. Gezielte Lagerung für wärmebehandelte Bauteile

Strukturbauteile aus Aluminium Druckguss für den Vorderwagen werden aufgrund der höheren Anforderungen in einem speziell hinsichtlich Crash-Eigenschaften optimierten Legierungssystem, wie zum Beispiel *trimal*®-05 (AlSi10MnMg) der TRIMET ALUMINIUM AG, abgegossen und einer darauffolgenden T6 Wärmebehandlung unterzogen [9]. Die Wärmebehandlung setzt sich hierbei aus den Prozessschritten des Lösungsglühens, der Luftabschreckung und des Warmauslagerns zusammen. Nach einer kurzen Aufheizzeit auf 480 °C werden die Bauteile für 45 Minuten lösungsgeglüht, um anschließend in einer Luftdusche mit einem Abkühlgradient von mindestens 4 K/s auf unter 200 °C abgeschreckt zu werden. Bei einer Temperatur von 180 °C werden die Bauteile im Anschluss für 100 Minuten warmausgelagert. Im Gegensatz zu naturduktilen Strukturbauteilen, bei denen der Verzug maßgeblich durch den Druckgießprozess bedingt ist, unterliegen wärmebehandelte Gussteile somit einer weiteren Einflussgröße, die zu plastischen Verformungen führen kann. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Maßhaltigkeit während des Wärmebehandlungsprozesses

hauptsächlich durch das Lösungsglühen beeinflusst wird [10], so dass im Folgenden lediglich dieser Prozessschritt für die Methodenentwicklung und Modellierung näher betrachtet wird.

Da der Werkstoff AlSi10MnMg bei einer Temperatur von 500 °C eine Dehngrenze $R_{p0,2} > 7$ MPa aufweist und die Spannungen durch das Eigengewicht und die Lagerung des Bauteils üblicherweise unter 1 MPa betragen, sind die Verformungen während des Lösungsglühens auf Kriechvorgänge zurückzuführen [11]. Abb. 5 zeigt die Dehnraten von aus Realbauteilen entnommenen Kriechproben nach DIN EN ISO 204 Typ 41e mit 3 mm Wandstärke unter einer konstanten Zugbelastung von 2 MPa in uniaxialer Richtung bei den Temperaturen 450 °C und 500 °C zusammen mit dem Zeitintervall des Lösungsglühens. Hierbei wird deutlich, dass die Kriechvorgänge durch das Eigengewicht während des Lösungsglühens lediglich im primären technischen Kriechbereich liegen. Für die Modellierung dieses Werkstoffverhaltens in der Simulation findet die Norton-Bailey-Gleichung Verwendung. Die Abhängigkeit der Dehnung von Spannung, Temperatur und Zeit wird hierbei wie folgt beschrieben:

$$\epsilon_{\text{creep}}(\sigma, T, t) = A_0(T) \cdot \sigma^{n(T)} \cdot t^{m(T)}$$

Erste Kriechvorgänge setzen bei dieser Aluminiumlegierung bereits ab einer Temperatur von 300 °C ein, so dass der Aufheizvorgang neben dem Lösungsglühen ebenfalls betrachtet werden muss. Während die Ermittlung der Kriechkennwerte über Kriechkurven und daraus resultierender Dehnraten (s. Abb. 5) bei konstanter Temperatur erfolgt, ändert sich die Temperatur beim Aufheizen auf die Lösungsglühtemperatur jedoch stark. Da die Kriechrate weiterhin eine starke Abhängigkeit von der Zeit zeigt, muss in der Simulation eine Hilfsgröße zur Berechnung der lokalen temperaturspezifischen Dehnrates $\dot{\epsilon}_L(T)$ verwendet werden. Wie in Abb. 6 dargestellt ist, wird hierbei für eine erfolgte Dehnung $\epsilon_L(T)$ die spezifische Kriechdauer t_s über die Kriechkurven der Temperaturen $T_1 > T > T_2$ ermittelt. Mit Hilfe dieser spezifischen Kriechdauer t_s kann aus den Dehnraten der Temperaturen T_1 und T_2 wiederum die lokale spezifische Dehnrates $\dot{\epsilon}_L(T)$ bestimmt werden. Somit kann jedem Element in der FE-Simulation für jede Temperatur und zu jedem Zeitpunkt die entsprechende Kriechrate zugewiesen werden. Sowohl die Kriechgleichung nach Norton-Bailey als auch die Bestimmung der lokalen spezifischen Kriechrate wer-

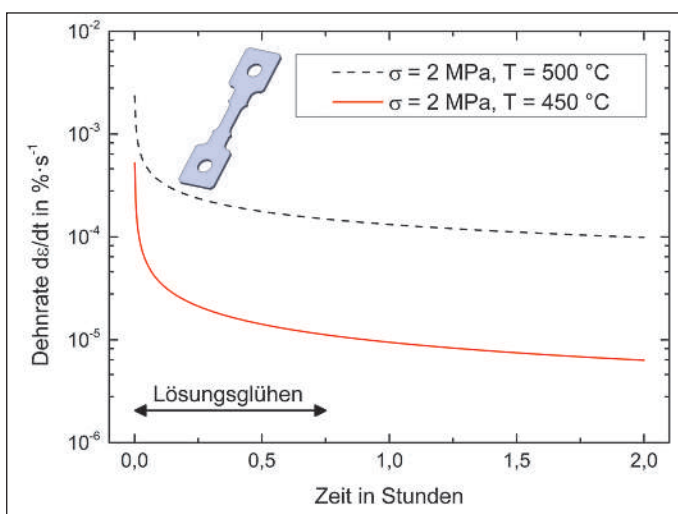


Abb. 5: Dehnraten von Kriechproben nach DIN EN ISO 204 Typ 41e mit 3 mm Wandstärke unter einer konstanten Zugbelastung von 2 MPa in uniaxialer Richtung bei den Temperaturen 450 °C und 500 °C

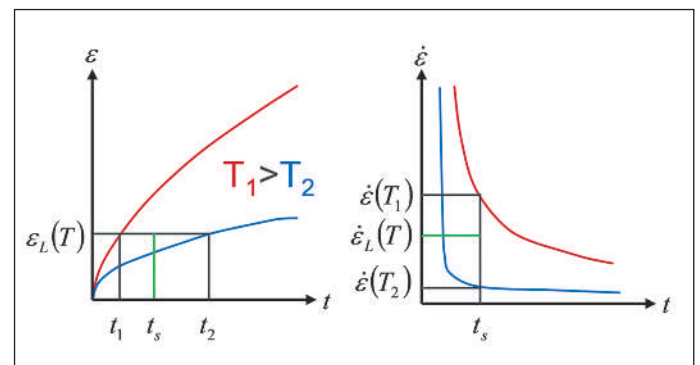


Abb. 6: Bestimmung der spezifischen Kriechdauer t_s für eine Temperatur T aus den Kriechkurven der Temperaturen $T_1 > T > T_2$ und Bestimmung der lokalen spezifischen Kriechrates $\dot{\epsilon}_L(T)$

den in *ABAQUS* von *Dassault Systèmes* mit Hilfe einer Subroutine in die Struktursimulation des Lösungsglühens implementiert.

Für die Auslegung der Wärmebehandlungsgestelle und Lagerungspositionen mit Hilfe dieses Simulationsmodells wird nach folgender Methodik vorgegangen. In einem ersten Schritt werden die Lagerungspunkte am Bauteil mittels iterativer Simulationsschleifen dahingehend optimiert, dass bei Raumtemperatur minimale Spannungen durch das Eigengewicht auftreten. Durch die Simulation des Aufheizvorganges wird dann ein eventuelles Verspannen des Bauteils in den Lagerungspunkten durch die thermische Ausdehnung detektiert, was durch erneute Adaptionen der Lagerungspunkte gelöst wird. Anhand der anschließenden thermischen Struktursimulation des gesamten Lösungsglühvorgangs lassen sich die zu erwartenden Verformungen vorhersagen, welche als Grundlage für eine weitere Optimierung des Wärmebehandlungsgestells und der Prozessführung dienen.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Dünnwandige Strukturbauteile im Aluminium Druckguss sind Kernelement der Audi Leichtbaustrategie, stellen jedoch insbesondere im Hinblick auf die Maßhaltigkeit hohe Anforderungen an Prozess, Werkzeug und Simulation. Bei naturduktilen Bauteilen lassen sich die prozessbedingten Maßabweichungen auf der Basis von Simulationen durch Vorhalten des Verzuges im Druckgießwerkzeug mit einem sowohl bauteil- als auch flächenspezifischen Vorhaltefaktor kompensieren. Weiterhin werden bei wärmebehandelten Strukturbauteilen die Verformungen durch die gezielte simulationsgestützte Auslegung der Lagerung zur Vermeidung von Kriechvorgängen durch das Eigengewicht während des Lösungsglühens in der Wärmebehandlung reduziert.

Durch diese Minimierung der Maßabweichungen mit Hilfe der Simulation entfallen zukünftig zeit- und kostenintensive Einarbeitungsschleifen der Werkzeuge und der aufwändige Prozessschritt des Richtens. Weiterhin trägt die durchgängige Abbildung der verzugsrelevanten Einzelprozesse der Prozesskette Druckguss in Simulationen zur ganzheitlichen Prozess- und Bauteiloptimierung bei. Langfristig liegt die Herausforderung in der simulationsgestützten Vorhersage des gesamten Produktentstehungs- und Produktionsprozesses. Die Ergebnisse aus der Simulation des Druckgießens liefern einen wertvollen Beitrag zur durchgängigen Betrachtung der Fertigungsprozesse und Gesamtfahrzeugeigenschaften.

5. Literatur

- [1] Elend, L. E.; Koglin, K.: Die Karosserie als Initiator für den Fahrzeug-Leichtbau. 1. VDI-Fachkonferenz Leichtbaustategien für den Automobilbau. 07. 07. 2011, Ludwigsburg.
- [2] Elend, L. E.; Koglin, K.: Schlüsseltechnologien für den Leichtbau von Morgen. 15. Dresdner Leichtbausymposium. 26. 05. 2011, Dresden.
- [3] Lakeit, A.: Resource efficient body-in-white production at Audi. Strategies in Car Body Engineering 2011. 22. 03. 2011, Bad Nauheim.
- [4] Thoma, C.: Strukturbauteile für zukunftsweisende Leichtbauarchitekturen – Konzeption, Simulation, Vision. 6. Bayerische Barbara-Tagung. 29. 11. 2011, Garching.
- [5] Egner-Walter, A.: Vorhersage des Verzuges dünnwandiger Druckgussteile. *GIesserei* (93), 2006.
- [6] Fehlbier, M.; Lerch-Thies, J.; Stanesco, H.-I.: Entwicklung dünnwandiger Strukturbauteile mit Hilfe numerischer Simulationsmethoden. 6. MAGMA NE- und Leichtmetallforum. 21. 04. 2010, Ludwigsburg.
- [7] Rheinfelden ALLOYS GmbH & Co. KG: Castasil – large surfaces, high dimensional consistency, excellent castability. <<http://www.alurheinfelden.com/web/guest/castasil1>> (11. 06. 2013).
- [8] Hofer, P.; Kaschnitz, E.; Schumacher, P.: Messung und Simulation von Verzug und Eigenspannungen in Druckgussteilen. *GIesserei* (99), 2012.
- [9] TRIMET ALUMINIUM AG: trimal®-05: Druckgusslegierung für crashrelevante Anwendungen. <http://www.trimet.de/uploads/media/product-information_trimal-05_2008.pdf> (11. 06. 2013).
- [10] Karsten, O.; Schimanski, K.; von Hehl, A.; Zock, H.-W.: Ursachen und Einflussgrößen des Verzuges in der Prozesskette eines Aluminium-Druckgussteiles. *Journal Of Heat Treatment And Materials* (66-3), 2011.
- [11] Thoma, C.; Volk, W.; Branner, G.; Eibisch, H.: Simulationsgestützte Optimierung der Maßhaltigkeit in der Prozesskette Druckguss. 5. NEWCAST-Forum im Rahmen des Deutschen Gießereitages 2013. 26.04.2013, Fellbach.

Kontaktadresse:

Dipl.-Phys. Christopher Thoma
Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen
Technische Universität München
D-85748 Garching | Walther-Meißner-Straße 4
Tel.: +49 (0)841 89 576072
E-Mail: ct@utg.de | www.utg.de

voestalpine

EINEN SCHRITT VORAUSS.

www.voestalpine.com/giesserei_linz

Messung und Simulation von Eigenspannungen in Grauguss

Measurement and Simulation of Residual Stresses in Gray Iron



Dr. Dániel Molnár

ist Ass. Prof. am Lehrstuhl für Metallurgical a. Foundry Engineering an der Universität Miskolc/HU. Er ist dort verantwortlich für das Gießereipraktikum, die Computersimulation und die Theorie des Gießens. Seine Forschungsgebiete sind die numerische Modellierung des Gießprozesses und das Eigenspannungsverhalten gegossener Bauteile. Als PhD-Student und Universitätslektor verbrachte er Forschungsaufenthalte bei RWP GmbH Roetgen/D, an der TU Brno/CZ und an der Universität Jönköping/S.

Schlüsselwörter: Grauguss, Eigenspannungsmessung, Eigenspannungsberechnung

1. Einleitung

Die Computersimulation wurde in den letzten Jahren zu einem immer häufiger angewandten Hilfsmittel im Bereich der Gussherstellung und -planung. Die Anwendung verschiedener Simulationsprogramme verbreitet sich mehr und mehr, um aufwändige Versuchsreihen abzukürzen bzw. zu vermeiden und um entstehende Fehlerquellen aufzudecken. Mit Hilfe dieser Programme kann man bereits in der Phase der Gussplanung die thermischen und mechanischen Prozesse während des Gießverfahrens beobachten. Es ist wichtig, neueste Forschungsergebnisse in die Simulationsprogramme einzubauen, was eine permanente Forschungs- und Entwicklungsarbeit voraussetzt. In der vorliegenden Studie werden Ergebnisse erörtert, die durch Messung und Simulation von Guss-Eigenspannungen gewonnen worden sind [1,2].

2. Messung von Guss-Eigenspannungen

Im Laufe der Erstarrung und Abkühlung kommt es in den Gussstücken zum Aufbau von Guss-Eigenspannungen. Das kann dadurch erklärt werden, dass die Abgüsse schrumpfen und im Inneren Temperaturunterschiede entstehen. Wenn die entstandenen Spannungen größer als die Fließgrenze der Legierung sind, kommt es im Guss zu

einer plastischen Formänderung mit Veränderung der Abmessungen. Wenn sich im Laufe der Abkühlung in den nicht mehr plastisch verformbaren Teilen des Gussstückes innere Spannungen aufbauen, kann diese verbleibende (Eigen)Spannung die Strukturfestigkeit des Gussstückes mindern. Bei ungünstigen Umständen (Schlag, abrupte Belastung) können die aufgestauten elastischen Spannungen den Bruch des Gussstückes fördern bzw. auslösen. Eigenspannungsbelastete Gussstücke können bei der Bearbeitung ihre Form verändern und es kann zu Verzug und Deformation kommen. Zufolge der aufgestauten elastischen Verspannungen können die Gussstücke in einem längeren Zeitraum ihre Form in geringem Maße verändern und der durch elastische Kräfte hervorgerufene Verzug kann die Maßgenauigkeit der fertig bearbeiteten Gussteile gefährden [3].

Die Messung von Gusseigenspannungen ist eine komplizierte und schwer ausführbare Aufgabe. Deshalb werden Messungen an Probekörpern durchgeführt und Daten gesammelt, um die Korrelationen von Gesetzmäßigkeiten abzuleiten. Es wird nach Zusammenhängen gesucht, wie die Zusammensetzung der Legierungen die zu erwartende verbleibende Guss-Eigenspannung, die elastische Formänderung, das Verziehen und die Langzeit-Formänderung der Gussteile beeinflussen. Der am häufigsten verwendete Probekörper zur Untersuchung der Guss-Eigenspannungen ist das Bauer-Shipp Spannungsgitter [4,5], das zu den sog. symmetrischen Spannungsgittern mit Doppelrahmen gehört und aus Stäben mit unterschiedlicher Wanddicke besteht.

Im Laufe dieser Arbeit wurden Bauer-Shipp-Spannungsgitter mit unterschiedlichen Durchmesser-Verhältnissen untersucht. Der Durchmesser der mittleren und seitlichen Stäbe betrug 32-12, 32-20, 42-20 und 42-30 mm. Es wurden die chemische Zusammensetzung, der Sättigungsgrad, die Neigung zur Graphitbildung, die Zugfestigkeit, die gemessene Härte, die Guss-Eigenspannung, die relative Spannung, der Elastizitätsmodul, die relative Härte und die relative Festigkeit der Probekörper untersucht. Die Versuchschargen wurden in einem induktiven Mittelfrequenz-Tiegelofen mit 50 kg Fassungsvermögen geschmolzen. Die Sandformen bestanden in jedem Fall aus händisch verdichtetem bentonithaltigem Grünsand.

Qualität	Kohlenstoff- äquivalent	Graphitisie- rungsgrad	Zugfestigkeit	Guss-Eigen- spannungen	Relativ- spannungen	Brinellhärte	Elastizitäts- modul
	Sc	K	Rm N/mm ²	σv N/mm ²	(σv/Rm)* 100	HB	E ₀ kN/mm ²
GJL-150	0,96	1,62	191,8	68,5	35,7	177,75	107,6
GJL-200	0,93	1,83	225,0	84,9	37,7	221	108,4
GJL-250	0,87	1,35	272,9	104,8	38,4	210,75	124,4
GJL-300	0,82	1,11	319,9	132,3	41,4	232,25	128,9

Tabelle 1: Durchschnittswerte der gemessenen und berechneten Werte der Probekörper mit 32-12 mm Durchmesser

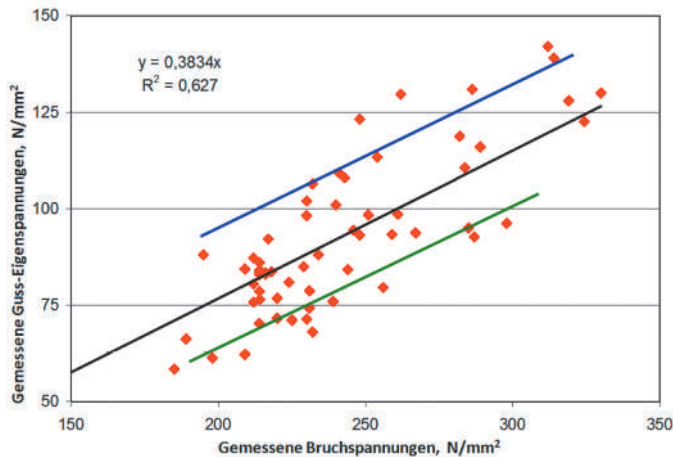


Abb. 1: Zusammenhang zwischen der verbleibenden Guss-Eigenstressung und der Zugfestigkeit

2.1 Zusammenhang zwischen den Guss-Eigenstressungen und den Festigkeitseigenschaften

Die Guss-Eigenstressung hängt mit den mechanischen Eigenschaften und der Gefügestruktur des Graugusses zusammen. Indikatoren für die mechanischen Eigenschaften von Grauguss sind die Zugfestigkeit und die Brinellhärte. Das aus diesen berechnete Merkmal ist der Elastizitätsmodul ($E_0 = (R_m/HB) \cdot 10^5$).

Der Zusammenhang zwischen den Guss-Eigenstressungen und den Festigkeitseigenschaften wurde für die Standardsorten der Zugfestigkeit aufgrund der Durchschnittswerte der Messergebnisse dargestellt.

Die Durchschnittswerte der an den Probekörpern mit 32-12 mm gemessenen und berechneten Werte sind in **Tabelle 1** (siehe Vorderseite) aufgelistet.

Aufgrund der statistischen Bewertung der Messergebnisse kann man festhalten, dass zu einer Gussqualität mit höherer Zugfestigkeit auch höhere Guss-Eigenstressungen, höhere Brinellhärte und höhere Elastizitätsmoduli gehören.

Für die untersuchten Probekörper wird der Zusammenhang zwischen Guss-Eigenstressung und Zugfestigkeit in **Abb. 1**, der Zusammenhang zwischen Guss-Eigenstressung und Brinellhärte in **Abb. 2** grafisch dargestellt.

Die Gleichung der Trendlinie der **Abb. 1** ergibt sich zu

$$\sigma = 0,3834 R_m,$$

der Wert des Korrelationskoeffizienten ist

$$R^2=0,63.$$

Als Näherungswert für die Guss-Eigenstressungen kann man

$$\sigma_{mittel} = 0,4 R_m$$

ansetzen.

Die Messergebnisse der aus verschiedenen Einsatzmaterialien bzw. nach verschiedenen Schmelzebehandlungen hergestellten Proben mit unterschiedlichen Zusammensetzungen zeigen, dass sich die Guss-Eigenstressungen bei gleicher Zugfestigkeit in bedeutendem Maße verändern. Aufgrund der metallurgischen Merkmale der untersuchten Proben wurden im Vergleich zur Näherungskorrelation höhere Spannungswerte gemessen, wenn die Probe aus ungünstigen Einsatzmaterialien (Gussbruch, Späne, Stahlabfälle) bzw. mit nicht angemessener Schmelzebehandlung (keimbildende Impfung) her-

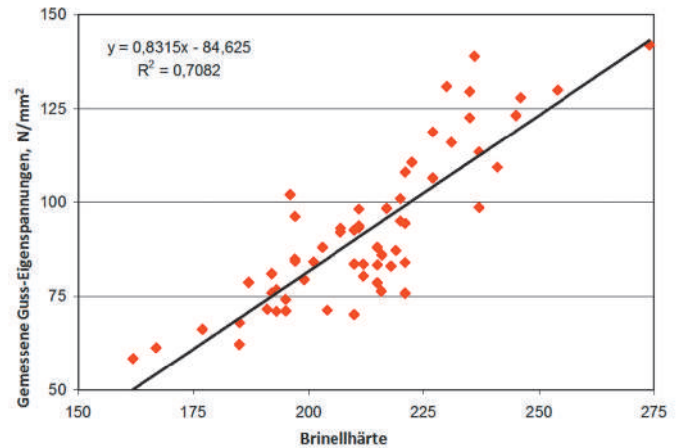


Abb. 2: Zusammenhang zwischen der verbleibenden Guss-Eigenstressung und der Brinellhärte

gestellt wurde. Niedrigere Spannungswerte im Vergleich zur Näherungskorrelation bekam man, wenn die Probe aus günstigen Einsatzmaterialien (mit Hämatitroheisen) bzw. mit wirksamer keimbildender Impfung hergestellt wurde.

Der Wert der Guss-Eigenstressung hängt mit der Gefügestruktur des Graugusses zusammen. Zur Erfassung des Einflusses der Gefügestruktur wurden die Werte der Brinellhärte herangezogen. Der Zusammenhang zwischen der Guss-Eigenstressung und der Brinellhärte wird in **Abb. 2** veranschaulicht. Die Trendlinie der **Abb. 2** kann bei Annahme linearer Proportionalität durch die Korrelation

$$\sigma = 0,83HB - 85$$

beschrieben werden, der Wert des Korrelationskoeffizienten ist

$$R^2=0,71.$$

Aus den Untersuchungen lässt sich ableiten, dass für die Graugussqualitäten EN GJL-150, EN GJL-200, EN GJL-250 und EN GJL-300 eine Korrelation zwischen Brinellhärte und Eigenstressung die beste Übereinstimmung ergibt.

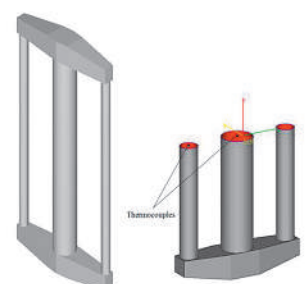
3. Simulation von Guss-Eigenstressungen

Die an technologischen Proben gemessenen Spannungen sind zwar charakteristisch, aber nicht gleich den Spannungen, die an realen Gussteilen gemessenen werden können. Die zur Bestimmung der Größe der in Gussteilen entstehenden Spannungen erarbeiteten Methoden sind umständlich und ungenau. Deshalb gibt es einen verstärkten Bedarf zur Anwendung von rechnerischen Simulationsmethoden. Die Simulationen wurden mit einem SIMTEC/WinCast Finite-Elemente-Programm durchgeführt. **Abb. 3** zeigt die CAD-Geometrie des untersuchten Probekörpers [6].

Gusseisensorten:
GJL-150, GJL-200, GJL-300

- Schmelzetemperatur: 1400 °C
- Formmaterial: Grünsandform
- Formtemperatur: 25 °C

Abb. 3: Untersuchte Geometrie



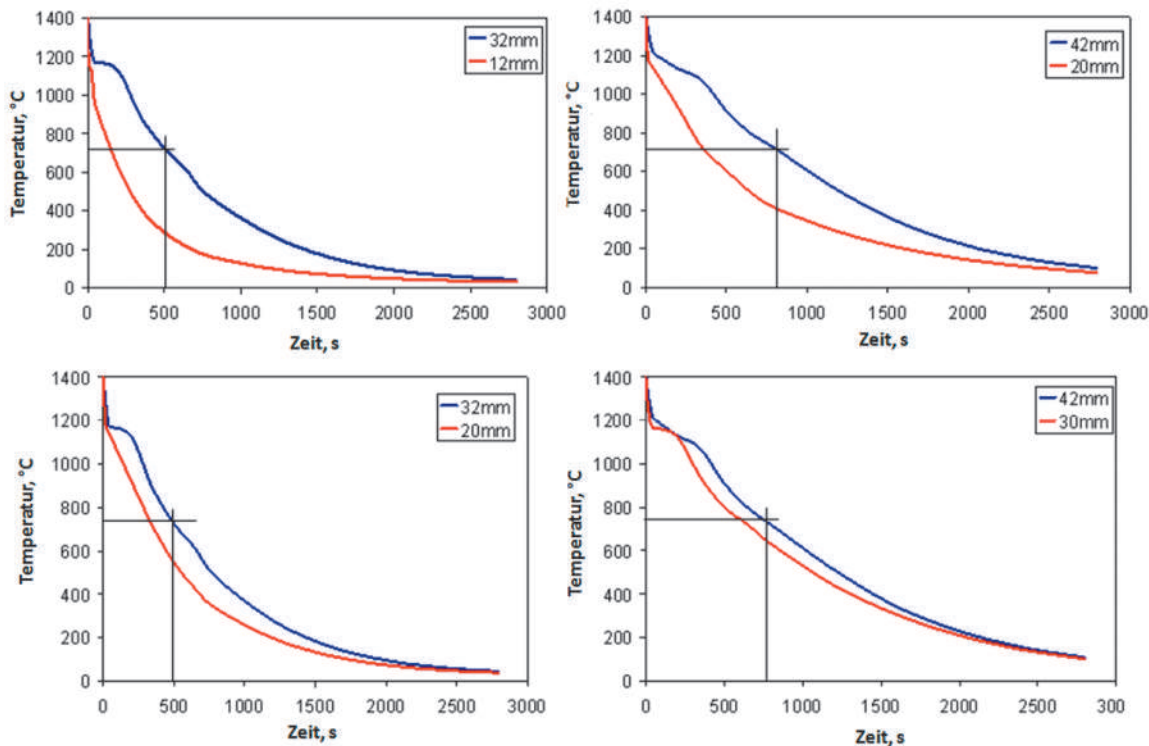


Abb. 4:
Im geometrischen
Mittelpunkt der
Spannungsgitter-
stäbe erfasste
Abkühlungskurven
für die Werkstoff-
qualität GJL-200

3.1 Beziehung zwischen Guss-Eigenspannung und Abkühlungsbedingungen

Aufgrund der Simulationsergebnisse wurden die Werte derjenigen Abkühlungskurven untersucht, die in der auf die Längsachse des Spannungsgitters senkrechten Symmetrieebene, im Mittelpunkt der mittleren und seitlichen Stäbe erfasst worden sind. Die Abkühlungskurven der Probekörper mit unterschiedlichen Durchmesser-Verhältnissen bei einer Werkstoffqualität GJL-200 werden in **Abb. 4** veranschaulicht.

Der Anfangswert (Gießtemperatur) und der Endwert (Raumtemperatur) der Abkühlungskurven stehen zueinander in Beziehung und die Temperaturdifferenzen zwischen diesen Punkten variieren. Bei Grauguss bauen sich die Guss-Eigenspannungen erst nach der Umwandlungstemperatur A1 auf. Die Beziehung zwischen den Temperaturdifferenzen der Probekörper und den Eigenspannungen kann mit Hilfe jener Werte der Temperaturdifferenz beurteilt werden, die sich ergeben, wenn der innere (dickere) Stab die A1 Temperatur erreicht.

An den Temperaturachsen der **Abb. 4** wurde jeweils die Umwandlungstemperatur A1 markiert und eine Parallele zur Zeitachse gezogen. An dem Punkt, wo die Gerade die Abkühlungskurve des dicken Stabes schneidet,

wird parallel zur Y-Achse (Temperaturachse) eine Gerade projiziert, die die Abkühlungskurve des dicken Stabes schneidet. Auf diese Weise kann der zur Temperatur A1 des dicken Stabes gehörende Temperaturunterschied bestimmt werden (TA1). Die so ermittelten Temperaturunterschiede und die durch Simulation errechneten Werte der Guss-Eigenspannung (Hauptspannung des mittleren Stabes) sind in **Tabelle 2** zusammengestellt.

Aufgrund der durchgeführten Simulationsuntersuchungen kann man feststellen, dass der zu erwartende Wert der verbleibenden Guss-Eigenspannung aufgrund des zur Umwandlungstemperatur A1 des dicken Stabes gehörenden, sich zeitlich entwickelnden Temperaturunterschiedes zwischen den dicken und dünnen Stäben bestimmt werden kann.

$$\text{GJL-150: } \sigma_v = 0,0726\Delta TA1 + 32,185$$

$$\text{GJL-200: } \sigma_v = 0,0976\Delta TA1 + 33,221$$

$$\text{GJL-300: } \sigma_v = 0,1214\Delta TA1 + 48,833$$

4. Zusammenfassung

Unter Laborbedingungen wurden mit Hilfe von gegossenen Spannungsgitter-Probekörpern die Korrelationen zwischen der Guss-Eigenspannung und den gemessenen

	GJL-150		GJL-200		GJL-300	
Durchmesser, mm	$\Delta TA1$ °C	σ_v N/mm ²	$\Delta TA1$ °C	σ_v N/mm ²	$\Delta TA1$ °C	σ_v N/mm ²
32-12	428,1	64,3	437,3	77,9	436,1	104,1
32-20	163,9	46,9	179,5	58,0	174,5	78,4
42-20	299,9	51,3	308,1	57,2	308,3	79,3
42-30	77,9	36,7	90,0	38,9	89,6	56,0

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen der Guss-Eigenspannung und dem Temperaturunterschied TA1

Nürnberg, Germany
14.–16.1.2014

EUROGUSS 2014

10. Internationale Fachmesse für Druckguss:
Technik, Prozesse, Produkte

10. International Trade Fair for Die Casting:
Technology, Processes, Products



Der Motor der Branche geht in die nächste Runde

Die Jubiläumsveranstaltung zeigt einmal mehr Entwicklungen, die den Markt bewegen. Besuchen Sie die führende europäische Messe der Druckgussbranche. Hier präsentieren sich rund 400 Aussteller aus ganz Europa mit ihren Dienstleistungen und Produkten.

Da dürfen Sie nicht fehlen.

Mehr unter euroguss.de



Wir informieren Sie gern!

AUSTRIAproFAIR
Tel +43 (0) 6 62 21 60 11
Fax +43 (0) 6 62 21 60 11 11
info@austriaprofair.at

Organisator

NürnbergMesse GmbH
Tel +49 (0) 9 11 86 06-49 16
visitorservice@nuernbergmesse.de

Ideelle Träger

VDD Verband Deutscher
Druckgießereien, Düsseldorf
CEMAFON
(c/o VDMA), Frankfurt am Main

NÜRNBERG MESSE

HEFT 7/8

bzw. berechneten Werten untersucht. Von den gemessenen und berechneten Werten haben wir das Verhältnis der Guss-Eigenspannung und der Brinellhärte untersucht, da die gemessene Härte ein für die Gefügestruktur charakteristisches, wichtiges Festigkeitsmerkmal ist. Aufgrund der Bewertung der Messergebnisse kann der erwartbare Wert der Guss-Eigenspannung aus dem Wert der Brinellhärte mit besserer Näherung ermittelt werden, als aus der Zugfestigkeit.

Aufgrund der durchgeführten Finite-Elemente-Simulationsuntersuchungen kann man feststellen, dass der erwartbare Wert der Guss-Eigenspannung aufgrund des zur Umwandlungstemperatur A1 des dicken Stabes gehörenden, sich zeitlich entwickelnden Temperaturunterschiedes zwischen den dicken und dünnen Stäben bestimmt werden kann.

Literatur:

- [1] Michael Franken: Simulation von Gießereiprozessen; Gieserei Kompakt, 2004/2
- [2] Shannon Wetzel: Simulation, not just for the big guys; Modern Casting, 2008 September
- [3] Dr. Nándori Gyulai: Elméleti öntészet II.; Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1979
Theory of castings II.; Hungarian Handbook Publishing Co., 1979 (in Hungarian)
- [4] Erik Gustafsson: Optimization of Castings by using Surrogate Models; Linköping University, Sweden 2007
- [5] Égert János, Dúl Jen : Öntvények visszamaradó feszültségeinek számítógépes analízise; Bányászati és Kohászati Lapok, 2003/5
Computer simulation of casting residual stresses; Hungarian Journal of Mining and Metallurgy, 05/2003 (in Hungarian)
- [6] Christoph Honsel: How Simulation works; Casting Simulation Background and Examples from Europe and USA; WFO 2001

Kontaktadresse:

Ass. Prof. Dr. Dániel Molnár | University of Miskolc
Department of Metallurgical and Foundry Engineering
H-3515 Miskolc-Egyetemváros
E-Mail: daniel.molnar@uni-miskolc.hu

Das nächste Heft der GIESSEREI RUNDSCHAU

Nr. 11/12

erscheint am

9. Dezember 2013

zum Thema:

„Eisen- & Stahlguss“

Redaktionsschluss:

8. November 2013

Präzise Gussteildimensionen durch simulationsgestützte Formenauslegung

Precise Casting Dimensions due to Simulation based Mould Construction



Dr.-Ing. Konrad Weiß

ist Gründer und Geschäftsführer der *RWP Gesellschaft beratender Ingenieure für Berechnung und rechnergestützte Simulation mbH*.

Die RWP ist auf Gießereiberatung spezialisiert mittels der selbstentwickelten FE-Software WinCast®, die alle gängigen Gießprozesse simuliert. RWP ist Entwickler und Vertreiber dieser weltweit anerkannten Software. Die RWP forscht innerhalb von Gemeinschaftsprojekten als Partner und Projektleiter.

Schlüsselwörter: Computersimulation, Formenauslegung, Verzugsberechnung, WinCast expert, Formtechnologie ECOFORM

Steigende Ansprüche an die Qualität der Gussprodukte führen zu einer konsequenten Anwendung der Simulation; doch nicht nur die Fehlerfreiheit hinsichtlich Lunker und Porosität dient als Qualitätsnachweis, vielmehr erhalten heute die Einstellung der mechanischen Eigenschaften sowie die präzise Einhaltung der Abmessungen einen großen Stellenwert bei den Gussabnehmern.

Durch die reale Anwendung der Simulation ergeben sich oft neue, gute und sinnvolle Ideen, deren Ergebnisse sich virtuell vorhersagen und in der Realität bestätigen lassen. Die Qualität der Bauteile hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften ist überwiegend durch die Abkühlungsbedingungen bestimmt. Die Dimensionen dagegen sind von der Steifigkeit der Form und der Formstoffe einerseits und von der Auslegung des Modells andererseits abhängig. Wird neben der Schwindung des Metalls auch der Verzug mit in die Dimensionierung des abzuformenden Modells eingebracht, so werden die Rohteilgeometrien entsprechend genau.

Die Idee, der Form eine hohe Festigkeit und hohe Steifigkeit zu geben, ist seit vielen Jahren eine Forderung der Gießereifachleute. Mit der Entwicklung der Formtechnologie ECOFORM wird versucht, mehreren Anforderungen gerecht zu werden. Zunächst wird durch eine bestimmte Art der Kastenauslegung eine hohe Steifigkeit der Form angestrebt. Zudem benötigt die Auslegung der Form weniger Sand und unterstützt daher den Gedanken der Ressourcenschonung. Eine Auslegung der Form geschieht über die Simulation.

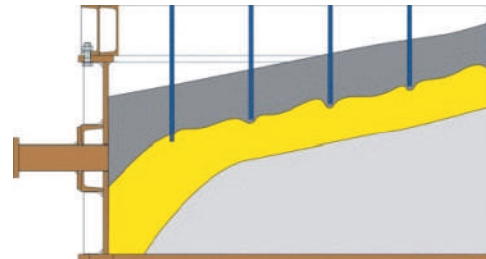


Abb. 2: Schnitt durch den Aufbau eines ECOFORM Systems

Die Anwendung der ECOFORM Technologie wird in verschiedenen Stufen durchgeführt. So erfolgt zunächst eine normale Erstarrungssimulation, die zu einer Bestimmung von Anschnitt und Speiser führt. Dann wird ein Formkasten um die Geometrie gelegt.

Um das Bauteil wird ein stark verrippter Rahmen gelegt (Abb. 1). In diesen wird Anlegesand gegeben, über den dann eine Schicht Füllsand geschüttet wird (Abb. 2). Diese Struktur wird sodann mit in die weiteren Berechnungen einbezogen. Die Steifigkeit der Schorenkastenkonstruktion wurde in ersten Versuchen berechnet. Weitere Berechnungen wurden durch diese Analyse nicht mehr nötig. Während in dem Unterkasten (Abb. 3) Platz für das Gießsystem ausgespart werden muss, wird im Oberkasten (Abb. 4) entsprechender Freiraum für die Speiser angelegt.

Diese Kästen sind aus Stahl und leiten die Wärme aus dem Bauteil in die Umgebung ab. Dadurch wird die Abkühlungszeit drastisch reduziert. Die Stahlschoren wer-

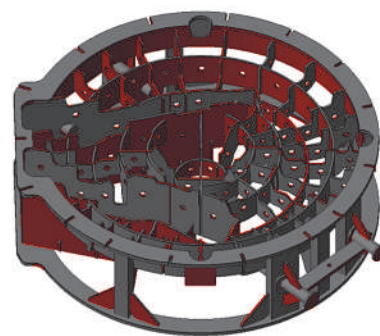


Abb. 3:
Die Struktur
des Unterkastens
spart das
Gießsystem aus

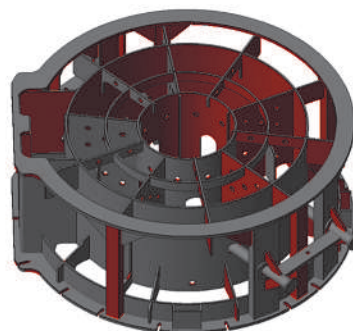


Abb. 4:
In der Struktur
im Oberkasten
liegen Speiser

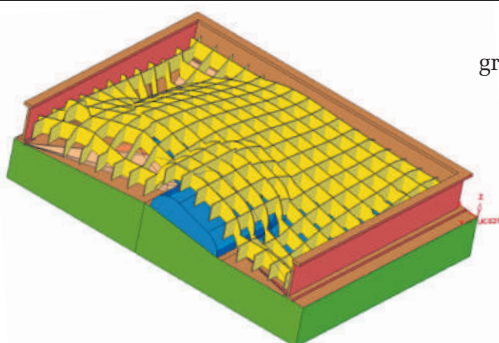


Abb. 1:
grundsätzlicher
Aufbau eines
Formkastens

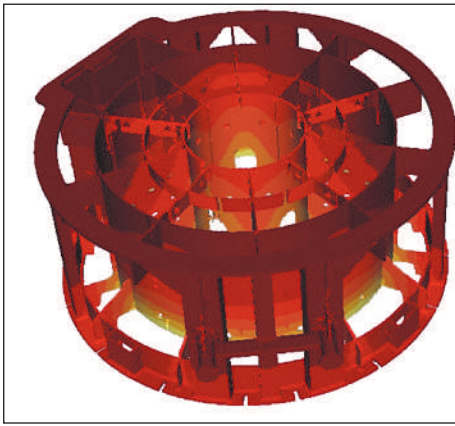


Abb. 5:
Temperaturprofil
im Schoren-
kastenoberteil

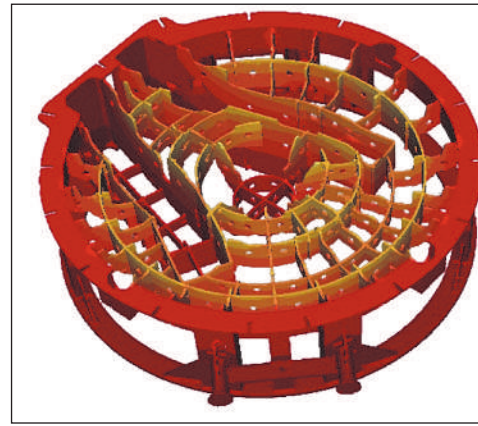


Abb. 6:
Temperaturprofil
im Schoren-
kastenunterteil

den dabei als Wärmetransporteur genutzt (Abb. 5 u. 6). Die Konstruktion der Schoren wird so ausgeführt, dass die Wärme aus dem Bauteil an die Schoren abgegeben wird. Die Nähe der Schoren zum Bauteil, die konturnah angebracht wurden, ergibt eine Wirkung der Schoren als Kokillen. Da die Schoren gleichmäßig über das Bauteil verteilt werden, wird keine punktuelle Abkühlung erreicht. Infolgedessen wird das gesamte Bauteil schneller erstarrt und abgekühlt. Dadurch wird auch die Zeit zum Auspacken stark verkürzt.

Die schnellere Erstarrung bedingt ein feineres Gefüge, welches gleichzeitig für bessere mechanische Eigenschaften verantwortlich ist. Neben den erhöhten mechanischen Eigenschaften hat sich eine höhere Produktivität herausgestellt. Die Fertigungsweise erlaubt es, mit wesentlich weniger Sand in einer steifen Form auszukommen. Das führt dazu, dass die zu bewegenden Massen geringer sind. Das Einsparpotential bei Sand wird mit bis zu 50 % angegeben.

Im Bereich des Handlings konnten Zeitersparnisse erzielt werden, die eine Reduzierung von bis zu 70 % bedeuten. Die Liegezeiten bis zum Auspacken wurden um mindestens 30 % reduziert. Die Maßnahmen, die zu diesen wirtschaftlich sehr interessanten Ergebnissen führten, beeinflussten aber insbesondere auch die Dimensionen des Rohgussteiles. Durch die einfachere Handhabung und die steifere Form konnten die Abweichungen vom Sollmaß erheblich genauer gestaltet werden.

Die Ergebnisse und Einsparungen sind die Folgen der konsequenten Anwendung der Simulation. Nur eine genaue Kenntnis der abzugebenden Wärme und damit der Temperaturverteilung während der Abkühlphase ermöglicht eine Einstellung der höheren mechanischen Eigenschaften und der gesteigerten Genauigkeit bei der Herstellung von Gussbauteilen.

Reduzierung der Bearbeitungszeiten durch komplexe Simulationen

Durch die zunehmende Modellvielfalt bei gleichzeitig kürzeren Entwicklungszeiten wird der Faktor Zeit immer wichtiger. Ohne die Qualität zu verlieren, sind die Entwicklungen bis zum Serienanlauf in immer kürzerer Zeit durchzuführen. Für die Fertigung von großen Umformwerkzeugen für den Karosseriebau trifft das besonders zu, hier sollten die abzutragenden Bearbeitungszugaben auf ein Mindestmaß reduziert werden. Die Bearbeitung von großen Umformwerkzeugen (Abb. 7) nimmt einen großen Anteil der gesamten Herstellkosten in Anspruch. Häufig sind mehr als zwei Bearbeitungsschritte notwendig, um das Fertigmaß zu erreichen. Um diesen Beitrag zu redu-

zieren, soll der Bearbeitungszuschlag verringert werden. Ziel dabei ist es, die Durchlaufzeit der Fertigung zu reduzieren. Die Simulation der Erstarrung, der Eigenspannung und der Deformation dient hierzu als Grundlage. Aus den komplexen Simulationen ergeben sich die notwendigen Daten zur Fräsbearbeitung.

Probleme bei der Herstellung von großen Umformwerkzeugen liegen hauptsächlich in der Generierung der Fräsdaten aus den 3D-CAD-Daten des Fertigteils. Hierbei geht es nicht um die formale Datengenerierung, sondern vielmehr um die optimale Generierung der Fräsdaten, die die prozentuale Schwindungszugabe sowie die Bearbeitungszugaben beinhalten müssen. Die langen Bearbeitungszeiten bei der Erzeugung der Endkontur, sowie vereinzelt auftretende Ungängen in der formgebenden Kontur, sind maßgebliche Kostentreiber bei der Herstellung der Umformwerkzeuge.

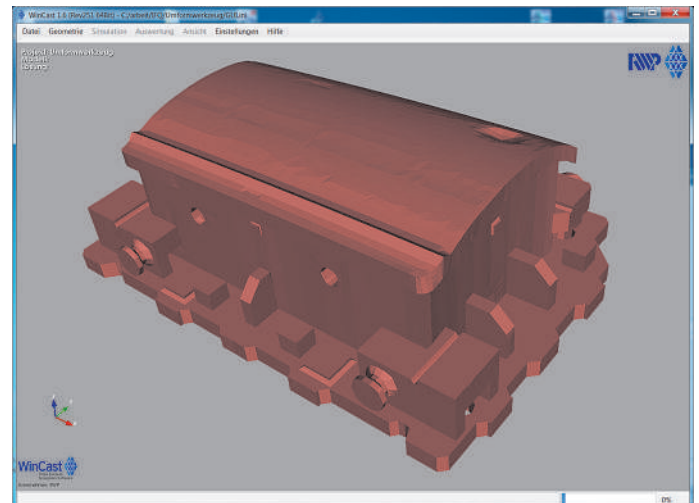


Abb. 7: Typische Geometrie eines Umformwerkzeugs

Hieraus ergeben sich die Anforderungen an die zukünftige Fertigung dieser großen Werkzeuge. Die Vorhersage von Lunkern und Porositäten muss zuverlässig erfolgen. Dadurch soll eine erhebliche Verbesserung der Oberflächenqualität der formgebenden Kontur erreicht werden. Durch die Berechnung der Schrumpfung und des Verzugs sollen die Bearbeitungszugaben auf ein Minimum reduziert werden. Um dieses zu ermöglichen, werden komplexe Simulationen für die Herstellprozesse an dem Bauteil durchgeführt.

Um die Auswirkungen einer simulationsgestützten Fertigung auf die Herstellungszeiten von Großwerkzeugen kennen zu lernen, wird je ein Werkzeug auf konventio-

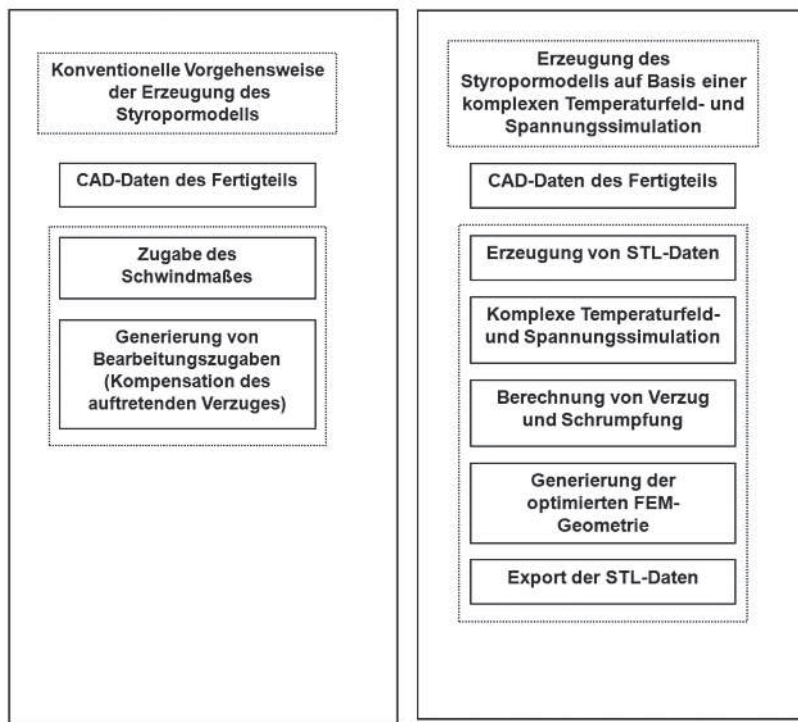


Abb. 8: Gegenüberstellung der Vorgehensweisen mit und ohne Simulationsunterstützung

nelle Weise bzw. simulationsgestützt hergestellt. Die Vorgehensweise der beiden Verfahren unterscheidet sich im Wesentlichen durch die Aufwendungen in der Generierung der 3D-Daten zur Fertigung der Fräsdaten (Abb. 8).

Beim traditionellen Weg zur Erstellung des abgussfähigen Styropormodells werden auf das fertige 3D-Funktionsmodell die entsprechenden Schwindmaße aufgebracht. Aufgrund von Erfahrungen werden dann anschließend die Bearbeitungszugaben aufgegeben. Diese haben im Wesentlichen die Aufgabe, den auftretenden Verzug zu kompensieren.

In der simulationsgestützten Fertigung mit dem Simulationspaket **WinCast expert** werden zunächst aus den 3D-CAD-Daten STL-Daten erzeugt, die zur Generierung der Simulationsmodelle notwendig sind. Die Berechnung der Erstarrung des Bauteiles mit dem Anschnitt- und Speisungssystem ergibt ein Temperaturprofil über der Zeit (Abb. 9).

In die Erstarrungsberechnungen wurden, ausgehend von den Initialberechnungen ohne Gießsystem, die verschiedenen Optimierungen hinsichtlich Gieß- und Spei-

nungssystem eingebracht. Auf der Basis dieser simulierten Temperaturfelder lassen sich nun die Eigenspannungen und der Verzug berechnen. Dazu werden zu jedem berechneten Temperaturzeitschritt die Spannungen und die Verzerrungen berechnet. Als Ergebnis erhält man den Spannungstensor sowie die Deformationen in jedem Punkt der Vernetzung (Abb. 10).

Es ist sehr gut zu erkennen, daß sich das Bauteil an den formgebenden Flächen nur sehr gering verformt. Allerdings ergeben sich in der Grundplatte starke Deformationen. Der Vergleich mit den original 3D-CAD-Daten zeigt, dass infolge von Schwindung und Verzug eine maximale Abweichung von ca. 12 mm auftritt. Um diese zu kompensieren, wurden unter Berücksichtigung des zu erwartenden Verzuges und der stattfindenden Schrumpfung korrigierte 3D-Daten erzeugt. Aus den Berechnungen kann man sehr gut erkennen, dass eine einfache Zugabe prozentualer Schwindung nicht zulässig ist. Es sind richtungs- und geometrieabhängig unterschiedliche Deformationen aufgetreten.

Die verformte Geometrie (Bild 11) lässt sich auf die Originaldaten übertragen. Dazu werden die Verzerrungen so aufgebracht, dass die Änderungen sich auf das Modell in der Form auswirken, dass diese einer Kompensation der Verformungen im Ab-

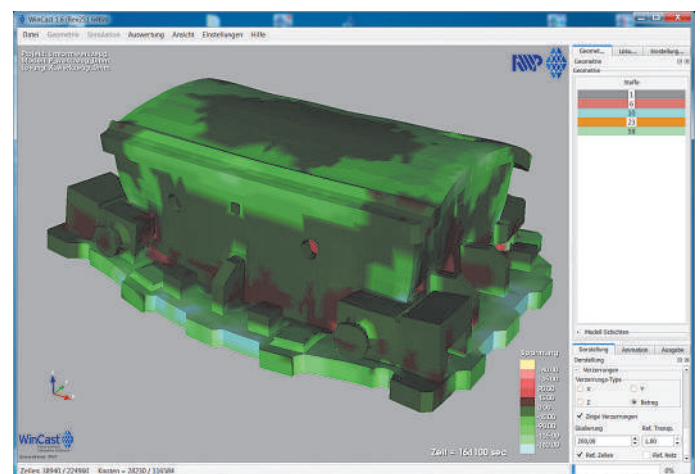


Abb. 10: Hauptspannungen und Deformationen nach Erstarrung und Abkühlung auf Raumtemperatur

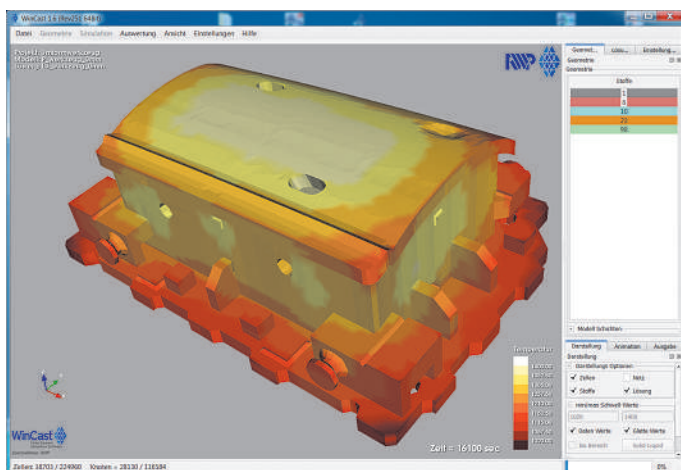


Abb. 9: Temperaturprofil nach 16100 Sekunden

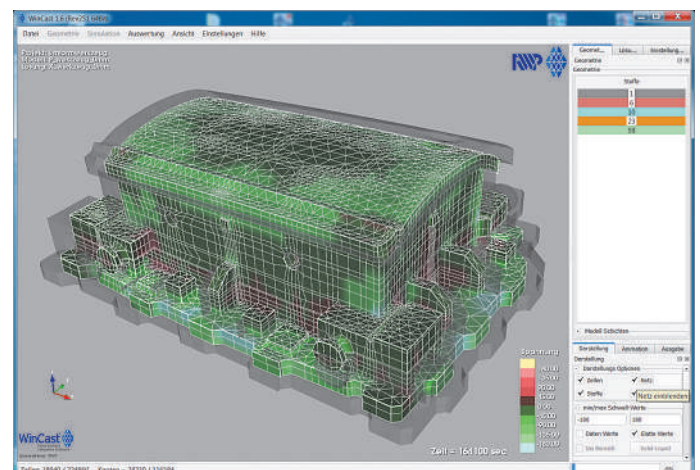


Abb. 11: Darstellungen der Deformationen im FEM Netz

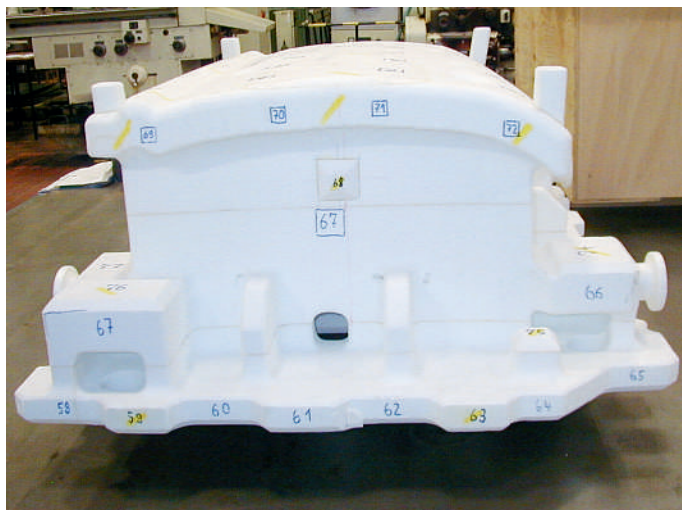


Abb. 12: Styropormodell Vorderansicht



Abb. 13: Styropormodell; gut zu sehen sind die Montagelinien

guss entsprechen. Als Ergebnis sollte dann ein erheblich genauer dimensionierter Abguss erzeugt werden. Im Anschluss an die Datengenerierung wurde das Styropormodell erzeugt und für die Fertigung bereitgestellt.

Das Styropormodell (Abb. 12 u. 13) wurde aus verschiedenen einzeln hergestellten Teilen zusammengesetzt. An dieses Modell wurde dann während des Einförmens die Anschnitt- und Speisertechnik angebracht. Die so entstandenen Bauteile wurden entsprechend vermessen und beurteilt.

Das Hauptergebnis war ein erheblich konturgenaueres Rohgussteil. Der Vergleich zwischen den zu bearbeitenden Bereichen bei der konventionellen und der simulationsgestützten Fertigung zeigte deutliche Vorteile der simulationsgestützten Vorgehensweise.

	Bearbeitungszeit	
	konventionell	simuliert
Kontur:	67,5 h	62,5 h
Wirkfläche	76 h	51 h
Gesamt:	143,5 h	113,5 h

Abb. 14: Vergleich der Fräszeiten zwischen konventioneller und simulationsgestützter Vorgehensweise

Wie man hier eindeutig sieht (Abb. 14), werden bei der simulationsgestützten Herstellung der Styropormodelle Vorteile in der Fräsbearbeitung erreicht. Die Einsparung von 30 Stunden in der Fräsbearbeitung bedeutet nicht nur einen zeitlichen Vorteil; die eingesparten Kosten und das minimierte Risiko, Ausschuss zu erzeugen, sind Fürsprecher für die simulationsgestützte Fertigung.

Zusammenfassung

Die simulationsgestützte Herstellung von maßgeschneiderten Formkästen ermöglicht eine drastische Reduzierung des Sandverbrauches bei gleichzeitiger Verbesserung der mechanischen Eigenschaften. Weitere Vorteile liegen bei deutlich reduzierten Auspackzeiten, und das bei erheblich gesteigerter maßlicher Genauigkeit.

Bei gegossenen Umformwerkzeugen mit großen Abmessungen konnte gezeigt werden, dass die Bearbei-

tungszeiten durch die Reduzierung der Bearbeitungszugaben stark verkürzt werden können. Das Ziel, eine Zeit- und Kosteneinsparung bei der Endbearbeitung der Gussstücke zu erhalten, konnte durch die Simulation der Formfüllung und Erstarrung mit dem Simulationspaket **WinCast expert** erreicht werden. Dazu wurde durch die komplexe Temperaturfeld- und Spannungssimulation von **WinCast expert** eine Verringerung des maximalen Aufmaßes erreicht. Mit der Simulation der während der Erstarrung und Abkühlung auftretenden Verzüge und der daraus resultierenden Eigenspannungen sowie der stattfindenden Schrumpfung wurde über eine entsprechende Geometrierückführung die Modellgeometrie optimiert, so dass sich nach dem eigentlichen Gießprozess ein endkonturnahes Gussstück ergibt. Damit verbunden ist ein wesentlich geringerer Aufwand bei der mechanischen Bearbeitung des Umformwerkzeuges. Die traditionell angewandten prozentualen Vorgaben zur Schwindungsberechnung können durch die genaueren Simulationen des Verzuges und der Schwindung entfallen. Die durchgeführten Messungen gegen ein auf konventionellem Wege erzeugtes Gussstück ergaben eine Reduzierung des Aufmaßes von im Mittel ca. 3 mm und damit eine Gewichtseinsparung von ~ 100 kg.

Durch den komplexen Einsatz von Temperaturfeld- und Spannungssimulationen ist es möglich, eine Reduzierung der notwendigen Bearbeitungszugaben und damit eine nicht unerhebliche Einsparung von Zeit und Kosten bei der Fertigung großer Umformwerkzeuge zu erzielen.

Für die Projektarbeiten, durchgeführt am IFQ der Universität Magdeburg, sei hier ausdrücklich gedankt.

Kontaktadresse:

RWP GmbH –
Gesellschaft beratender Ingenieure
für Berechnung und rechnergestützte Simulation mbH
D-52159 Roetgen
Bundesstraße 77
Tel.: +49 (0)2471 1230 52
Fax: +49 (0)2471 1230 99
E-Mail: a.weiss@rwp-simtec.de
www.rwp-simtec.de



Rückblick auf die 53. Slowenische Gießerei-Tagung in Portoroz

Nach dem traditionellen Begrüßungsempfang der ausländischen Tagungsteilnehmer beim Bürgermeister des Hafenstädtchens Piran und einem Informationsaustausch der Mitglieder der MEGI-Gruppe (Mitteleurop. Gießerei-Initiative) am Vorabend der Tagung fand am 12. und 13. September 2013 im Kongreßzentrum des Hotels Slovenija an der Riviera der Adriastadt Portoroz die 53. Slowenische Gießerei-Tagung unter dem Motto „Science, Knowledge and Technology“ mit wieder großer internationaler Beteiligung statt. Veranstalter dieser jährlichen Tagung sind die Gesellschaft Slowenischer Gießereifachleute DLS Drustvo Livarjev Slovenije, die Faculty of Natural Sciences a. Engineering der Universität Ljubljana und die Faculty of Mechanical Engineering der Universität Maribor.

Die hohe Internationalität kam auch wieder darin zum Ausdruck, dass alle Vorträge in englischer Sprache abgewickelt wurden.

Frau Mag. Mirjam Jan-Blazic, die Präsidentin des Drustvo Livarjev Slo-

venije DLS, eröffnete die Tagung und konnte 33 namhafte Vortragende (darunter 10 aus Slowenien), 38 ausstellende Firmen und über 200 Tagungsteilnehmer aus 15 Ländern (Bosnien u. Herzegowina, Dänemark, Deutschland, Großbritannien, Kroatien, Indien, Italien, Österreich, Polen, Rumänien, Schweiz, Serbien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn) und Slowenien willkommen heißen.

Das Vortragsangebot der Tagung spannte wieder einen weiten Bogen über den heutigen Stand und die Zukunftsaspekte der Gießereitechnologie.

Die Plenarvorträge konzentrierten sich auf Kennzahlen der slowenischen Gießereiindustrie und die Möglichkeiten struktureller Veränderungen, auf neue Erkenntnisse zur Kornfeinung von Al-Gusslegierungen, auf Mg-Verbundguss, den Einsatz der Thermischen Analyse, auf den Stand der Forschung an der Universität Brno auf dem Gebiet des Feingusses, den Simulationseinsatz und auf vergleichende Energieein-

satzbetrachtungen von Druckguss u. Kokillenguss zur Produktion komplexer Gussteile.

Hierauf wurden in getrennten Vortragsreihen Eisen- und Stahl orientierte bzw. NE-Metall

bezogene Themen behandelt. 8 Posterpräsentationen aus 5 Ländern ergänzten das umfangreiche Vortragsprogramm.

Die Tagungsvorträge sind in einem Tagungsband (94 Seiten DIN A 4 mit Anhang) mit inkludierter CD-ROM (58 MB mit 33 englischsprachigen Vollbeiträgen und 6 Postern) enthalten.

Kontaktadresse:

Drustvo livarjev Slovenije
Sl-1001 Ljubljana | Lepi pot 6 | P.B. 424
Tel.: +386 1 2522 488
Fax: +386 1 426 99 34
E-Mail: drustvo.livarjev@siol.net
www.uni-lj.si/drustva/livarstvo

*) **Quelle:** A. Krizman, M. Debelak u. M. Jan-Blazic: Slovenian Foundry Industry In the Year 2012 and Possibilities for structural Changes. Vortrag auf der 53. Slowenischen Gießereitagung am 12.9.2013 in Portoroz.



Eröffnung und Begrüßung durch DLS-Präsidentin Mag. Mirjam Jan-Blazic



Professor Dr. Peter Schumacher referierte in seinem Plenarvortrag zum Thema „Novel Insights into Kinetics of refined as cast Microstructures in Al-Alloys“.



Der zweite Beitrag aus Österreich: DI J. Hagenauer berichtete zum Abschluss der Plenarvorträge am ersten Veranstaltungstag über „Comparative Analysis of the Use of Energy for Cast Production by Pressure and Gravity Die Casting“.



Ein gut besetztes Plenar-Auditorium im Kongress-Hotel Slovenija

Die slowenische Gießerei-industrie*)

beschäftigte im Jahre 2012 3.892 Mitarbeiter (+4,4% gegenüber 2011) in 66 Gießereien (um 1 Gießerei mehr als 2011).

Der Jahresumsatz 2012 betrug 423,1 Mio Euro (+ 1,5%) bei einem Exportanteil von über 60%.

Die Gesamtproduktion betrug 167.389 t (-7,4% gegenüber 2011), davon waren: 75.223 t Grauguss (-2,0%), 24.934 t Gusseisen mit Kugelgrafit (-24,9%), 33.865 t Stahlguss und Temperguss (-3,9%), 29.435 t LM-Guss (-3,1%), Zn-Legierungen 2.250 t (-21,7%), Cu-Legierungen 1.052 t (-33,5%), Mg-Legierungen 420 t (-35,4%), andere NE-Legierungen 210 t (+0%).

Veranstaltungskalender

Weiterbildung – Seminare – Tagungen – Kongresse – Messen

Der Verein Deutscher Gießereifachleute bietet in seiner VDG-Akademie im Jahr 2013 folgende Weiterbildungsmöglichkeiten an:

Datum: **Ort:** **Thema:**

2013

17./19.10.	Goslar	Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt u. Speisertechnik im Leichtmetall-Sand- u. Kokillenguss (SE)
24.10.	Düsseldorf	Eigenschaften und Schmelztechnik der Aluminium-Gusslegierungen (QL)
28./30.10.	Stuttgart	Grundlagen der Gießereitechnik (QL)
07./08.11.	Düsseldorf	Kernmacherei (QL)
11./12.11.	Düsseldorf	Einsatz von Regeneraten in Gießereien – Herausforderungen u. Chancen (SE)
14./15.11.	Düsseldorf	Projektorganisation u. Komplexitätsmanagement in Gießereien (SE)
14./16.11.	Duisburg	Grundlagen der Gießereitechnik (QL)
21./23.11.	Goslar	Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt- und Speisertechnik bei Gusseisenwerkstoffen (SE)
25.11.	Düsseldorf	FMEA in Gießereien (WS)
27./28.11.	Düsseldorf	Fortbildungslehrgang für Immissionsschutzbeauftragte in Gießereien
02.12.	Düsseldorf	Gefügebildung u. Gefügeanalyse der Aluminium-Gusswerkstoffe (SE)
04./06.12.	Düsseldorf	Führungskompetenz für die betriebliche Praxis (WS)
09./10.12.	Düsseldorf	Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt- u. Speisertechnik bei Stahlguss (SE)
09./10.12.	Duisburg	Maß-, Form- u. Lagetolerierung von Gussstücken (SE)
11./12.12.	Düsseldorf	Schichten von Sandformen und Kernen (SE)

Änderungen von Inhalten, Terminen u. Veranstaltungsorten vorbehalten!

IV=Informationsveranstaltung, MG=Meistergespräch, PL=Praxislehrgang, PS=Praxisseminar, QL=Qualifizierungslehrgang, SE=Seminar, WS=Workshop, FT=Fachtagung

Ansprechpartner bei der VDG-Akademie: Leiter der VDG-Akademie: Dipl.-Bibl. Dieter Mewes, Tel.: +49 (0)211/ 68 71-363, E-Mail: dieter.mewes@vdg-akademie.de VDG-Zusatzstudium, Industriemeisterlehrgang Fachrichtung Giesserei: Frau Mechthild Eichelmann, Tel.: DW 256, E-Mail: mechthild.eichelmann@vdg-akademie.de | Seminare, Qualifizierungslehrgänge, Fachtagungen: Frau Andrea Kirsch, Tel.: DW 362, E-Mail: andrea.kirsch@vdg-akademie.de | Seminare, Qualifizierungslehrgänge, Fachtagungen: Frau Corinna Knöpfken, Tel.: DW 335, E-Mail: corinna.knoepken@vdg-akademie.de | Inhouse-Schulungen, Workshops: Martin Größchen, Tel.: DW 357, E-Mail: martin.groesschen@vdg-akademie.de

Die VDG-Akademie ist seit dem 4. September 2008 nach der Anerkennungs- und Zulassungsverordnung Weiterbildung (AZWV) zertifiziert.

Anschrift: VDG-Akademie | IfG Institut für Gießereitechnik gGmbH | D-40237 Düsseldorf, Sohnstraße 70, Tel.: +49 (0)211 6871 256, Fax: DW 364, E-Mail: info@vdg-akademie.de, Internet: www.vdg-akademie.de (Die VDG-Akademie ist ein Geschäftsbereich der IfG gGmbH)

Weitere (internationale) Veranstaltungen:

2013

22./24.10.	Stuttgart	11. parts2clean 2013 (www.parts2clean.de)
24.10.	Steyr	3. Redtenbacher Symposium (www.redtenbacher-steyr.at)
06./07.11.	Erlangen	Fraunhofer-Vision Seminar „Wärmefluss-Thermographie als zerstörungsfreies Prüfverfahren f.d. QS“
06./07.11.	Regensburg	Energieeffiziente Schichten für den Anwender (www.otti.de)
06./08.11.	Hamburg	Hochschul-Kupfer-Symposium (Information: ladj.tikana@copperalliance.de)
12./13.11.	Kassel	3. VDI-Fachtagung „Stahl- und Gusszerspannung“ (www.vdi-wissensforum.de)
14./15.11.	Villach	Innovationskongress 2013 (www.innovationskongress.at)
20./21.11.	Magdeburg	Fraunhofer-Vision Seminar „Optische 3D-Meßtechnik“
20./21.11.	Stuttgart	Betriebsfestigkeitsberechnung (www.vdi-wissensforum.de)

20./21.11.	Stuttgart	Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis f. Maschinenbauteile (www.vdi-wissensforum.de)
22.11.	Steyr	12. CIS-Controlling Insights Steyr (www.controllerverein.com)
25./26.11.	Düsseldorf	Aluminium Automotive Applications – Tomorrows Design a. sustainable Performance (www.aluminium-congress.com)
26./27.11.	Frankfurt/M.	Konstruieren mit Hochleistungswerkstoffen (www.vdi-wissensforum.de)
26./29.11.	Frankfurt/M.	Euromold 2013 (www.euromold.com)
28./29.11.	Neu-Ulm	Werkstoffprüfung 2013 – Fortschritte i. d. WP f. Forschung u. Technik (www.tagung-werkstoffpruefung.de)
04./05.12.	Karlsruhe	Fraunhofer-Vision Seminar „Inspektion u. Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung“
2014		
14./16.01.	Nürnberg	EUROGUSS (www.euroguss.de) mit 14. Int. Deutschem Druckgusstag
28.01.	Bochum	14. Int. CAR-Symposium (www.car-symposium.de)
18./19.02.	Duisburg	10. Duisburger Formstofftage (heinz-josef.wojtas@uni-due.de)
11./15.03.	Düsseldorf	METAV 2014 (www.metav.de)
25./26.03.	München	Konstruieren mit Hochleistungswerkstoffen (www.vdi-wissensforum.de)
08./11.04.	Karlsruhe	PaintExpo Int. Leitmesse f. industrielle Lackiertechnik (www.paintexpo.de)
08./11.04.	Schaumburg (USA)	118 th AFS Metalcasting Congress (www.afsinc.org)
24./25.04.	Bad Ischl	58. Österreichische Gießereitagung (office@ogi.at)
06./08.05.	Karlsruhe	Friction, Wear a. Wear Protection (www.dgm.de)
06./09.05.	Stuttgart	Int. Leitmesse für Qualitätssicherung – 28. CONTROL (www.control-messe.de)
14./15.05.	Erfurt	RapidTech Int. Fachmesse u. Anwendertagung f. Rapid-Technologien (www.rapidtech.de)
14./15.05.	Köln	Betriebsfestigkeitsberechnung (www.vdi-wissensforum.de)
15./16.05.	Hamburg	Große Gießereitechnische Tagung 2014 (Info: ingeborg.klein@bdguss.de)
19./21.05.	Bilbao (E)	71. WFC World Foundry Congress 2014 (www.thewfo.com)
20./21.05.	Frankfurt/M.	Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis f. Maschinenbauteile (www.vdi-wissensforum.de)
20./22.05.	Paris	eCarTec Paris 2014
11./14.06.	Verona (I)	Metef – Foundeq
23./26.06.	Graz	8 th Europ. Continuous Casting Conference (www.eccc2014.org)
24./26.06.	Stuttgart	parts2clean Int. Leitmesse f. industrielle Teile- u. Oberflächenreinigung (www.parts2clean.de)
25./28.08.	Frankfurt/M.	Arbeitsschutz Aktuell mit XX. Weltkongress f. Sicherheit u. Gesundheit bei der Arbeit: Globales Forum Prävention (www.arbeitsschutz-aktuell.de)
23./25.09.	Darmstadt	MSE 2014 Materials, Science and Engineering (www.dgm.de/dgm)
07./09.10.	Düsseldorf	Aluminium 2014 (www.aluminium-messe.com)
2015		
21./23.04.	Columbus (USA)	119 th Mtalcasting Congress (www.afsinc.org)
15./20.06.	Düsseldorf	GIFA, METEC. THERMPROCESS, NEWCAST (www.gifa.de) mit WFO-Techn. Forum und NEWCAST-Forum
14./16.09.	Dresden	DGM-Werkstoffwoche (www.dgm.de/dgm-info/newsletter)
2016		
16./19.04.	Minneapolis (USA)	CastExpo '16 (www.afsinc.org)
<i>Für die Angaben übernimmt die Redaktion keine Gewähr!</i>		

Der VÖG im Internet:
www.voeg.at


Vorankündigung

FFP® – 10. Formstoff-Tage®

„Berichte aus Wissenschaft und Praxis“

18. und 19. Februar 2014

Tagungsort:

Universität Duisburg-Essen, Fakultät 5, Bereich ST, D-47119 Duisburg, Friedrich-Ebert-Straße 12

In den Gießereien haben die Kennwerte der metallischen Werkstoffprüfung Vorrang vor allem Anderen. Der Formstoff wird in der Regel nur als ein Stoff angesehen, in den das flüssige Metall zur Formgebung hineingegossen werden muss. Dass der Formstoff ein Werkstoff besonderer Art ist, wird von vielen Gießern nicht so recht vermerkt.

Die Formstoff-Tage® zeigen hier regelmäßig auf, dass der Formstoff ein variantenreicher und komplizierter Werkstoff ist. Mit variierender Zusammensetzung der Binderanteile und durch den Zulauf von Substanzen aus anderen Abteilungen, z.B. Additiven und Sanden der Kernfertigung, wird er zu einem komplexen Mehrstoffgemenge, dessen Regelung und Steuerung in der Sandaufbereitung zum „Blinde Kuh“-Spielen werden kann.

Hieraus ergibt sich zwangsläufig die Frage nach dem Ursprung und dem Stand des Wissens über die unterschiedlichen Formstoffvarianten und ihre Regelung in den Gießereien. Die Mitarbeiter, bis zur Meister- und Technikerebene, haben in der Regel ihre Kenntnisse aus den Fachbüchern der dualen Berufsausbildung, sowie aus mündlichen Überlieferungen ihrer Vorgänger und den eigenen Erfahrungen und Abschätzungen im Betrieb.

Bei den Ingenieuren ist das Wissen über den Formstoff sicherlich vom Ausbildungsstandort und dem Zeitpunkt ihrer Ausbildung abhängig. Denn die unterschiedlichen strukturellen und personellen Veränderungen an den klassischen Ausbildungsstätten der Gießertechnik der letzten 20 Jahre sind nicht spurlos an der Ausbildung im Allgemeinen und den Formstoffen im Speziellen vorbeigegangen. In allen Fällen war jedoch zu erkennen, dass die Veränderungen zu Lasten der Formstoffe gingen und sich tendenziell die Entwicklung zur Werkstoffkunde oder

Werkstofftechnik hin ausrichtete. Die Zahl der Lehrenden wurde dabei kontinuierlich an allen Ausbildungsstätten geringer und da die Werkstoffe immer mehr in den Vordergrund traten, mussten die Formstoffe zurücktreten. Formstoffentwicklung, außer in Randbereichen, wird an keiner Hochschule mehr betrieben.

Parallel zu dieser Entwicklung an den Hochschulen haben die drei großen Gießereizulieferanten jeweils ihr eigenes Forschungs- und Entwicklungs-Technikum aufgebaut, in dem sie auch Gießen können. Formstoffentwicklung, Entwicklung von Additiven und Schlichten sind heute voll in den Händen der Zulieferanten. Informationen über die Entwicklungen und ihre Ergebnisse werden sicherlich in den Fachzeitschriften veröffentlicht.

Ein Vergleich der Veröffentlichungen verschiedener Zulieferanten zum gleichen Thema ist aber sehr schwierig, da unter Umständen längere Zeiträume zwischen den Publikationen liegen. Hier hatten und haben die Formstoff-Tage® eine Verbindungs- und Zusammenfassungsfunktion für Informationen zum gleichen Thema von unterschiedlichen Firmen.

Es ist aber zu bezweifeln, ob dies auf Dauer als zukunftsweisend ausreichend ist. Man kann davon ausgehen, dass die Ausbildung im Bereich der Formstoffe in Zukunft keine Verbesserung erfahren wird, sondern nur noch lebenserhaltende Maßnahmen, bezogen auf die Grundbedürfnisse durchgeführt werden. Hier wird zukünftig vermehrt die Zulieferantenseite gefragt sein und zwar mit allgemeinen und speziellen Schulungen in den Gießereien.

Der Formstoff ist sehr robust und trägt viele Vergewaltigungen; aber nicht alle. Die Fehlerkosten in einzelnen Gießereien sind bereits heute sehr hoch und werden, da die Ursachenfindung aus mangelnder Kennt-

nis oder mangelnder fremder Hilfestellung nicht das ganze Spektrum der Ursachen beachtet, hoch bleiben und sich vielleicht noch steigern.

Unter dem Aspekt, dass in den Gießereien ein Durchschnittsalter der Mitarbeiter von 50 Jahren keine Seltenheit mehr ist, haben die Formstoff-Tage® eine wichtige Funktion der Weiterbildung für die Älteren aber auch für die persönliche und fachliche Entwicklung jüngerer Mitarbeiter auf dem Sektor Formstoffe. Es hat sich mehrfach gezeigt, dass die Formstoff-Tage® innovative Prozesse in den Betrieben frei setzen, die in den Betrieben zu Kostensenkungen führten. Hieran waren sowohl jüngere Nachwuchskräfte, als auch „alte Hasen“ beteiligt.

Auf den Formstoff-Tagen® wird wieder, mit voraussichtlich 16 Fachvorträgen rund um alle Formstoffe, Formverfahren und Anlagen, sowie ca. 25 Ausstellern aus der gesamten Gießereibranche jedem Teilnehmer die Möglichkeit geboten, übergreifende Erkenntnisse und für sein spezielles Gebiet zusätzliches Wissen zu gewinnen. Damit kann die Aufgeschlossenheit für neue Ansätze, die Bereitschaft außergewöhnliche Ideen umzusetzen und andere Wege einzuschlagen, weiterhin auf hohem Niveau bestehen bleiben.

H.-J. Wojtas

Das Programm der 10. Formstoff-Tage® wird Ende Dezember 2013/Anfang Januar 2014 zur Verfügung stehen.

Anforderung der Anmeldeformulare und Rückfragen bitte richten an:

Hans Erich Klauen
E-Mail: klassen@uni-duisburg.de

Prof. Dr.-Ing. H.-J. Wojtas
E-Mail: Heinz-Josef.Wojtas@uni-due.de

(Anmeldungen sind bis zum Tagungsbeginn möglich)

Aus den Betrieben



25 Jahre duktile Gussrammpfähle*)

In einem Vierteljahrhundert von Schweden über Österreich in die ganze Welt

Die Zahl von fünf Millionen eingebauten duktilen Gussrammpfählen hätten sich Bertil Schmidt und Pentti Kosonen, die schwedischen Erfinder des duktilen Pfahls bei der Firma AB Gustavsberg, Vårgårda, Schweden, in den frühen 1980er Jahren nicht träumen lassen. Duktiles Gusseisen im Spezialtiefbau war gänzlich unbekannt und man gab dem Werkstoff auch kaum Chancen. Der „G-Pale“ wurde zu Beginn unterschätzt und er hatte nur bei Unterfangungen innerhalb von Gebäuden seine Berechtigung. Das hat sich aber schnell geändert. Bis heute sind zahllose Projekte in Österreich, Deutschland, Europa und der übrigen Welt realisiert worden. Wo immer der Untergrund aufgrund geologischer Gegebenheiten instabil ist, sorgen jetzt duktile Pfähle für Sicherheit.

Durch den Technologietransfer (Lizenzvereinbarung) zwischen den Firmen Tiroler Röhren- und Metallwerke AG, Hall, Österreich, und AB Gustavsberg, Vårgårda, Schweden, im Jahr 1986 kam der duktile Pfahl nach Österreich und wurde dadurch als vielseitiges Gründungskonzept bekannt, das für Zuverlässigkeit und Schnelligkeit steht. Eine Erfolgsgeschichte begann. Fünf Millionen Laufmeter wurden in 25 Jahren produziert und fanden weltweit Verwendung. Waren am Anfang dieser Entwicklung im Bereich der Rammtechnik noch Skepsis und Unverständnis die Wegbegleiter, so ist das System heute aus ganz Europa nicht mehr wegzudenken.

Duktiles Gusseisen war Schlüssel zum Erfolg

Duktiles Gusseisen war und ist der Schlüssel zu diesem Erfolg. Der in den frühen 1950er Jahren industrialisierte Werkstoff bietet gleichzeitig alles, was ein Rammpfahlsystem



Abb. 1: Pfahlgründung für die Wohnresidenz „Akaziensteig“ in Klingnau, Kanton Argau, Schweiz.

braucht: Duktilität, Schlagfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit. Dazu kommt noch eine hervorragende Gießbarkeit. Die konische Steckmuffen-Verbindung als wichtigstes Verbindungselement wird zusammen mit dem Rohrschaft *in einem Guss* hergestellt, was eine enorme Erleichterung für die Baustelle darstellt. Die produzierten, fünf Meter langen, einfach zu handhabenden Pfahlschüsse (Abb. 1) können ohne Schweißarbeit und Spezialwerkzeug direkt auf der Baustelle rasch verbunden werden und ermöglichen variable Pfahllängen.

Der Gussrammpfahl besitzt gegenüber Stahlbeton und Stahl einen entscheidenden Materialvorteil, den TRM in den letzten Jahren weiter ausgebaut hat. Durch speziell modulierte Gusseisen wurden Duktilität, Schlagfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit für den Gussrammpfahl optimiert. Das herausragende Alleinstellungsmerkmal ist die Steckmuffen-Verbindung „Plug Et-Drive“. Damit wurde ein weiterer Schritt in Sachen Qualität getan.

Duktile Pfähle sorgen für Bausicherheit

Zahllose Projekte in Österreich, Deutschland und der ganzen Welt der TRM mit ihrer Rohrgießerei in Hall, Österreich, und ihren europäischen Vertretungen bis heute, dokumentieren 25 Jahre nach der Erfindung durch die beiden Schweden, eine überaus erfolgreiche Industriegeschichte mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten (Abb. 2 bis 4). Wo immer der Untergrund aufgrund geologischer Gegebenheiten instabil ist, sorgen jetzt duktile Pfähle für Sicherheit.

Beachtenswert ist, dass bereits um die Jahrtausendwende, als der Pfahl gerade mal zwölf Jahre alt war, eine ganze Fabrik auf Pfähle gestellt wurde. Es waren die Hallen der Buderus-Bremsscheibenfertigung im hessischen Breidenbach, die ohne die duktilen Pfähle in dem nassen Auengrund des Perftals keine Stabilität erhalten hätten. Um das rund 7.900 m² große und bis zu 16 m hohe Gebäude in dem geologisch schwierigen Gelände sicher zu verankern, mussten 350 Gussrammpfähle in den Boden geschlagen werden. Nur so konnte die Standfestigkeit der Fundamente sichergestellt werden.

*) Aktualisierter Nachdruck mit Zustimmung der Redaktion aus GIESSEREI-ERFAHRUNGS-AUSTAUSCH, Heft 7+8/2013, S. 36/39.



Abb. 2: Lärmschutzwände in Cressier (VD) für die SBB (Schweizerische Bundesbahn)



Abb. 3: Pfähle im Einsatz bei einer Straßenunterführung an der Seine in Ville-neuve-la-Garenne, Frankreich



Abb. 4: Gründungsarbeiten für die Wohnresidenz „Quest“ in Wodonga (Victoria), Australien

TRM-Pfähle machten auch im Salzburger Stadtteil Sam-Langwied Wohnungsbau trotz des wenig stabilen Untergrundes möglich (Abb. 5). In der Salzburger Gegend sind Pfahlgründungen sehr häufig notwendig, denn die Böden sind gekennzeichnet von Torfschichten und dem berüchtigten „Salzburger Seeton“, einem nicht vollständig mineralisierten, schluffartigen Ton, der nicht tragfähig



Abb. 5: Laut Bodengutachten musste die gesamte Fläche des Wohnkomplexes durch Pfahlgründungen gesichert werden. Dazu waren 16.000 duktile Pfähle notwendig.

ist, sodass Gebäude ohne zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen nicht auskommen. Hilfestellung leisteten TRM-Pfähle, die bei vielen Bauprojekten in Salzburg und Umgebung die notwendige Sicherheit gaben. So stehen beispielsweise auch die Eisenbahnbrücken im Westen des Bahngeländes der Landeshauptstadt Salzburg auf duktilen Pfählen.

Der in unmittelbarer Nähe zum Naturschutzgebiet Samer Mösl geplante Salzburger Wohnungskom-

plex hochwertiger Eigentumswohnungen musste laut Bodengutachter in seiner gesamten Fläche durch Pfahlgründungen gesichert werden. Wie Thomas Aumüller, Leiter Pfahlsysteme bei TRM erläutert, war die Besonderheit dieser Baustelle, dass Pfahllängen von 20 bis 40 m gewährleistet sein mussten, und das bei einem Voraushub von 6,5 m: „Die duktilen Pfähle hatten hier einen deutlichen Vorteil gegenüber Stopf- und Betonrüttelsäulen, denn die Länge



Abb. 6: Die Pfahlgründung für die Fundamente des Betriebsgebäudes der Wiener Bestattung GmbH musste in nur 4 Wochen abgeschlossen werden.



Abb. 7: Nachgründung einer Industriehalle in Bobadela (Loures), Portugal



Abb. 8: Verlegung der Absorberleitungen in die Rammpfähle und die Bodenplatte am Standort Salzburger Hauptbahnhof.

bis zu 40 m konnten nur die TRM-Pfähle gewährleisten. Ortbetonrammpfähle kamen aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage. Dies beweist wieder einmal, dass TRM-Pfähle für Bauherren nicht nur technische, sondern auch erhebliche finanzielle Vorteile gewährleisten.“ Im September 2011 begannen die Fundamentarbeiten. Über 500 duktile Pfähle von 200 bis 1.000 kN sind seither auf der Baustelle in der Salzburger Nachtigallenstraße eingerammt worden.

Ein aktuelles Projekt stellt der Neubau des Betriebsgebäudes der Bestattung Wien GmbH in der Simmeringer Hauptstraße dar. Es sollte schnell gehen, nur vier Wochen Bauzeit für die Fundamentarbeiten waren vorgesehen, dann sollte die Gebäudestruktur Gestalt annehmen. Das war angesichts der Bodenverhältnisse im Simmeringer Gelände durchaus ein Problem. Die Lössböden mit ihren feinsandigen Schluffen garantierten keine ausreichende Sicherheit für die Fundamente. Die Lösung des Stabilitätsproblems konnten nur Pfahlgründungen bringen (Abb. 6). „Dass wir von TRM in Hall den Zuschlag bekamen, unsere duktilen Pfähle für dieses Projekt zu liefern, lag ganz entscheidend an unserer kurzen und exakten Lieferfähigkeit und an der Tatsache, dass die für unsere Pfahlgründungen notwendigen technischen Einrichtungen eine Begrenzung von Flurschäden gewährleisten konnten“, beschreibt Thomas Aumüller, Leiter Operation/Vertrieb Österreich, die erfolgreiche Auftragsvergabe.

Vier Wochen waren eine extrem kurze Vorgabezeit, in der 331 duktile Pfähle mit unterschiedlicher Belast-

barkeit und mit verschiedenen Durchmessern mantelverpresst eingerammt werden mussten. Neben der bekannt guten Verarbeitbarkeit der TRM-Pfähle war es der NGT *Neue Gründungstechnik Spezialtiefbau* und ihrem erfahrenen Projektleiter Friedrich Maier zu verdanken, dass dieses Projekt für die Bestattung Wien ohne Probleme in dieser kurzen Zeit abgeschlossen werden konnte. Der Baubeginn für das Gebäude konnte planmäßig zu Beginn des Jahres 2013 erfolgen.

Das bislang größte Projekt, das TRM mit seinem bewährten Pfahlsystem realisieren konnte, war die Nachgründung der Fundamente für eine Industriehalle in der portugiesischen Hauptstadt Lissabon. Hier wurden im Jahr 2007 rund 60.000 m Pfahlrohre bis zu 60 m tief eingerammt – ein einzigartiges Projekt, das auch in der Fachpresse von sich reden machte (Abb. 7).

Neue Anwendung als Energiepfahl mit Zukunftspotenzialen

In Zeiten rasant steigender Energiekosten zeigt der Gussrammpfahl noch eine andere, nicht mit dem Lastabtrag zusammenhängende interessante Einsatzmöglichkeit – als Energiepfahl. Immer mehr Verbraucher setzen auf Gewinnung von Erdwärme durch Wärmepumpen und damit auf Unabhängigkeit von Öl und Gas. Zur Gewinnung von Erdwärme muss ein Medium dem Boden Wärme entziehen. Hierzu muss das Medium über eine möglichst große Oberfläche tief in den Boden eindringen und wieder zurückgebracht

werden. Für diese Aufgabe ist der duktile Pfahl mit der hohen Wärmeleitfähigkeit des Gusseisens prädestiniert.

In dieser Anwendung steht der duktile Pfahl noch am Anfang einer zukunftsweisenden Technologie, weil sich die angestrebten CO₂-Reduzierungsziele künftig nur mit zunehmendem Einsatz regenerativer Energien im Bereich der Gebäudeheizung erreichen lassen werden. Ein Beispiel für diese Anwendung des Pfahlsystems von TRM ist der Salzburger Hauptbahnhof. Bei den Umbaumaßnahmen des wichtigsten Verkehrsknotenpunktes des Landes Salzburg wurde in den Jahren 2010/2011 eine Erdwärmeanlage zur Deckung von Teilen des Heiz- und Kühlbedarfs installiert. 440 Energiepfähle mit je 15 m Länge und 22 Erdwärmesonden von je 100 m Länge sorgen hier für erhebliche Einsparungen bei Fernwärme und Kühlenergie (Abb. 8).

Wie erfolgreich sich das TRM-Pfahlsystem im Bereich der Erneuerbaren Energieerzeugung in Zukunft weiterentwickeln wird, zeigt das Projekt KaXu Solar One der Firma Abeinsa EPC, einem 100 MW Sonnenkraftwerk in Südafrika, das derzeit von TRM realisiert wird.

Autoren:

Jerome Coulon und Thomas Aumüller, TRM Tiroler Rohre GmbH, Hall, Österreich.

Kontaktadresse:

TRM Tiroler Rohre GmbH
6060 Hall i.T.
Innsbruckerstraße 51
Tel.: +43 (0)5223 503 0
E-Mail: office@trm.at
www.trm.at



Aus dem Österreichischen Gießerei-Institut des Vereins für praktische Gießereiforschung in Leoben

Tätigkeitsbericht 2012

Das Jahr 2012 hat sich nach der sehr positiven Entwicklung in 2011 als ein Jahr der Konsolidierung von fakturierten Umsätzen und F&E-Agen- den dargestellt. Die F&E-Aktivitäten von Schlüsselkunden in der Auto- mobilindustrie und auch in der zu- liefernden Gießereiindustrie erlaub- ten dem ÖGI die fakturierten F&E- Aufträge auf hohem Niveau zu hal- ten. Die mit der Gießereiindustrie initiierten kooperativen Forschungs- projekte am ÖGI ermöglichten eine ausgewogene Auslastung zwischen Projektarbeit und Industrieaufträgen. Über die zielgerichteten und vielfäl- tigen Projektbeteiligungen mit der österreichischen Gießereiindustrie im Bereich der gezielten Kühlung von Dauerformen, der Effekte von Ungängen und in der Entwicklung von Eisengusswerkstoffen neben an- deren Forschungsprojekten wird im weiteren berichtet. Diese F&E-Tätig- keiten gestatteten es dem ÖGI in Zu- sammenarbeit mit den österrei- chischen Gießereien, das FEI-Poten- tial weiterhin zu entfalten.

Im Bereich der Aus- und Weiter- bildung hat sich das ÖGI neben der Radioskopie-Ausbildung und dem

Weiterbildungsseminar zum Gieße- reitechnologen auch bei der Lehr- lingsausbildung zum Gießereitechni- ker im vierten Ausbildungsjahr ein- gebracht. Damit steht das ÖGI in Le- oben im Zentrum der Bildungsak- tivitäten für die österreichische Gie- ßereiindustrie.

Investitionen zur universellen Messung von metallischen und Sandproben konnten im Berichtsjahr im Bereich der Festigkeit und im Sandlabor getätigt werden.

Gesamt betrachtet ermöglicht die zukunftsweisende Infrastruktur und das dazugehörige Know-how des ÖGI die österreichische Gießereiin- dustrie in ihren innovativen und wertschöpfenden Produktentwick- lungen durch Forschung und Ausbil- dung höchst effizient zu unterstüt- zen.

Weiterbildungsseminar Gießereitechnologie

Am 7. Dezember 2012 konnten 8 Ei- sen- und 12 Nichteisen-Gießer nach erfolgreicher Prüfung ihr Zertifikat für die Ausbildung zum Gießerei- technologen in Empfang nehmen;

ein Teilnehmer erlangte sein Zertifi- kat nach einer Wiederholungsprü- fung. Die Zahl der Absolventen stieg nach 6 Lehrgängen auf insgesamt be- reits 117. Das Seminar leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Erhö- hung der technischen und betriebs- wirtschaftlichen Qualifikation von Mitarbeitern in der österreichischen Gießereiindustrie. Gut ausgebildete und motivierte Mitarbeiter sind eine wichtige Basis für eine qualitativ hochstehende und wirtschaftliche Fertigung und tragen damit auch zur Absicherung von Produktionsstand- orten bei. Die Ausbildung dauerte von September bis Dezember 2012 und umfasste 3 technische und 3 be- triebswirtschaftliche Blöcke zu je 2,5 Tagen (Donnerstag, Freitag und Samstag), wobei der technische Teil in Einheiten für Eisen-Gießer und Nichteisen-Gießer unterteilt war.

Um die praktische Komponente der Ausbildung zu vertiefen, muss- ten die Teilnehmer im technischen Teil ein firmenspezifisches Projekt ausarbeiten. Dabei stand das Team des ÖGI mit Fachauskünften tatkräf- tig zur Seite. Am Prüfungstag wur- den die Projekte vor einer Fachkom- mission, die auch in einem Fachge- spräch das technische und betriebs- wirtschaftliche Wissen der Kandi- daten überprüfte, präsentiert. Die Ausbildung zum Gießereitechnolo- gen schloss mit der Übergabe der Zertifikate und einem gemächlichen Ausklang am ÖGI ab.

Schulungen und Seminare

Im abgelaufenen Jahr wurden vom Österreichischen Gießerei-Institut zusätzlich zur Ausbildung zum Gie- ßereitechnologen 8 In-house-Schu- lungen mit 81 Teilnehmern in öster- reichischen Gießereien und bei Gussanwendern durchgeführt. Seit dem Jahr 2004 besuchten insgesamt 1354 Personen die Weiterbildungs- veranstaltungen des ÖGI. Zusätzlich wurden im Rahmen der Kooperation mit dem Lehrstuhl für Gießereikun- de der Montanuniversität Leoben 6 Übungen für Studenten der Studi-



Abb. 1: Teilnehmer und Referenten des Gießereitechniker Lehrganges 2012.

enrichtungen Metallurgie und Maschinenbau abgehalten.

Die Schulungen und Seminare wurden 2012 zu folgenden Themen-schwerpunkten veranstaltet:

- Aluminiumtechnologie
- Gusseisentechnologie
- Simulation von Gussteilen
- Werkstoffprüfung
- Radioskopie

Seit dem Jahr 2009 ist das ÖGI als Ausbildungs- und Prüfungszentrum für Radioskopie-Ausbildungen von der Österreichischen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung (ÖGfZP akkreditiert und zertifiziert).

Das ÖGI ist damit die einzige Ausbildungsstelle in Österreich, die Fachkurse nach ÖNORM M3041 und 3042 für RT (Radioskopie) der Stufen 1 und 2 anbietet. Diese Ausbildungskurse sind mit den in Deutschland von der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP) angebotenen Seminaren gleichwertig. Die Kurse sind multisektoriell (Gießen, Schmieden, Schweißen) und beinhalten zusätzlich eine Vertiefung bei Gussprodukten. Die Ausbildung umfasst an 5 Werktagen sowohl Theorie als auch praktische Übungen und schließt, bei erfolgreicher Prüfung, mit einem Personenzertifikat nach EN ISO 9712 (vormals EN 473) ab.

Im Berichtsjahr wurde je ein Fachkurs für Stufe 1 und Stufe 2 mit insgesamt 17 Teilnehmern durchgeführt.

Lehrlingsausbildung

Auf Initiative von Herrn KR Ing. Peter Maiwald, Obmann des Fachverbandes der Gießereiindustrie, wurde im Jahr 2008 ein Arbeitskreis mit dem Ziel ins Leben gerufen, die zum Teil veralteten Ausbildungsprofile der Gießereilehrberufe dem Stand der Technik anzupassen.

Im Jahr 2009 konnten bereits die ersten Verordnungsentwürfe der Lehrberufe: Metallgießer/in und Gießereitechnik präsentiert und mit den Sozialpartnern beschlossen werden. Um den Lehrlingen einen Einblick und auch Wissen über den letzten Stand der Gießerei-Technik zu vermitteln, ist das ÖGI im vierten Ausbildungsjahr mit eingebunden.

Veröffentlicht wurden die beiden Lehrberufe im Bundesgesetzblatt am 25. Juni 2010:

- Metallgießer/in-Ausbildungsordnung (3 Jahre) BGBl Nr.188/2010

- Gießereitechnik-Ausbildungsordnung (4 Jahre) BGBl. Nr.194/2010

Im Frühjahr 2013 starten die ersten Gießereitechnik-Lehrlinge mit ihrer Zusatzausbildung im Zuge eines dreitägigen Workshops am ÖGI.

Forschung und Entwicklung

Für Forschungsprojekte im allgemeinen Interesse wurden Leistungs- und Investitionsförderungen durch projektgebundene Förderbeiträge (EFRE- und FFG-Mittel) der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) von rund € 1.422.000,— genehmigt und abgearbeitet. Diese Projekte wurden auch vom Land Steiermark durch SFG – Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft – sowie von den Landeskammern kofinanziert und unterstützt.

Im Rahmen der mit Mitgliedsbetrieben durchgeführten Gemeinschaftsforschung wurden 3 Themenschwerpunkte bearbeitet:

- Alternative Formstoffe in der Gießerei
- Entwicklung einer duktilen Al MgSi Gusslegierung (FFG/SFG)
- Coin HP Druckguss

Weiters wurden die folgenden Forschungsvorhaben mit Firmenbeteiligungen durchgeführt:

- Cars Ultra-light technologies, CULT (Magna Steyr Eng. AG)
- High Performance Aluminium Based Bearings (MIBA-Laakirchen)
- Einflussgrößen auf ein homogenes Al-Gussgefüge (FFG-Borbet)
- Formfüllungs- und Erstarrungssimulation im Schleuderguss (TRM)

Auf europäischer Ebene wurden mehrere Projektanträge als Mitantagsteller oder innerhalb des EU-Förderprogramms „Kooperative Netzwerke“ erfolgreich eingereicht:

- CORNET ACETAL (Advanced Coatings to suppress Environmental Embrittlement of TIAL Alloys)
- SIRON (High Silicon Ductile Iron)
- NEMO (New Method of enhanced Quality Assessment by Computer Tomography for Castings)
- Ultragassing (Ultrasound Degasing of Al-Melts)

Auch im Jahr 2012 hat sich der Trend fortgesetzt, dass das ÖGI zunehmend als zentraler Hauptpartner in von Firmen beantragten FFG-Pro-

jekten vertreten ist. Darüber hinaus kooperiert das ÖGI mit nationalen und internationalen Partnern in EU-Netzwerkprojekten.

Entwicklung einer duktilen AlMgSi-Gusslegierung

Ziel dieses als FFG-Basisprogramm durchgeführten vierjährigen Projektes ist es, eine Möglichkeit zu finden, das Eutektikum von AlMgSi-Gusslegierungen in ähnlicher Weise zu modifizieren, wie dies durch die Veredelung des eutektischen Siliziums von (unter)-eutektischen AlSi-Legierungen mit Natrium oder Strontium seit vielen Jahren Stand der Technik ist.

Die exzellenten Eigenschaften dieser Legierungen (MAGSIMAL 59 oder MAXXALLOY) sind jedoch nur im Zusammenhang mit der im Druckguss gegebenen raschen Abkühlgeschwindigkeit zu erreichen. Werden die Wandstärken und damit einhergehend die Erstarrungszeiten länger, zeigt sich eine starke Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften von diesen Randbedingungen. Als Folge der niedrigen Erstarrungsgeschwindigkeiten ist das Mg₂Si-Eutektikum grob und lamellar ausgebildet und das duktile Werkstoffverhalten der Legierung geht verloren. Diese Tatsache verhinderte bislang den Einsatz dieser Legierungen zur Herstellung von Bauteilen im Sand- und Kokillengießverfahren.

Ergänzend zu den bereits in den beiden ersten Jahren durchgeführten Untersuchungen der Möglichkeiten zur Beeinflussung der eutektischen Mg₂Si-Phase durch eine gezielte Schmelzereinigung wurde im dritten Projektjahr das Eutektikum auch durch die Zugabe von (Mikro)legierungselementen gezielt verändert.

Die Legierung wurde vier verschiedenen Varianten der Schmelzereinigung bzw. -behandlung unterzogen. Ausgehend vom Gusszustand und dem wärmebehandelten Zustand wurden nach der Schmelzebehandlung die mechanischen Eigenschaften und Gefügeausbildungen mittels metallographischer Untersuchungen bestimmt. Mithilfe von Line-Scans, basierend auf den REM-EDX-Auswertungen, konnten die verschiedenen Elementverteilungen dargestellt werden. Der Effekt der Feinung der Mg₂Si-Phase durch verschiedene metallurgische Behandlungen wurde dabei vergleichend mittels des Formfaktors beschrieben.

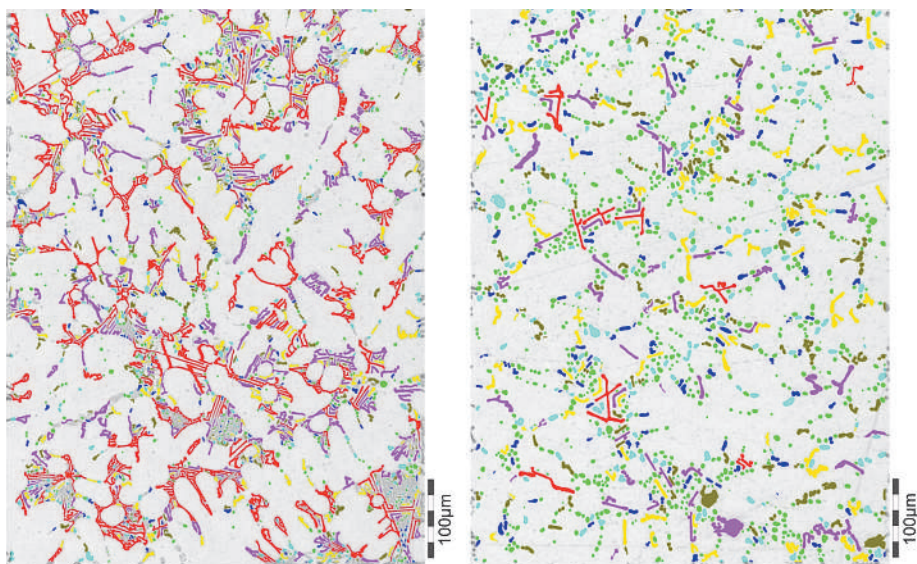


Abb. 2: Gefügemodifikation durch metallurgische Behandlung.

Cornet-Projekt Siron

Werkstoff- und fertigungstechnische Grundlagen der Herstellung und Anwendung von hoch siliziumhaltigem Gusseisen mit Kugelgraphit

Mit den werkstoff- und fertigungstechnischen Grundlagen der Herstellung und Anwendung von hoch siliziumhaltigem Gusseisen mit Kugelgraphit befasst sich das Forschungsprojekt Siron, das im Rahmen des Förderprogramms „Cornet“ in Zusammenarbeit mit der Forschungsvereinigung Gießereitechnik e. V. (Projektleitung Institut für Gießereitechnik GmbH, Düsseldorf, (IfG)) bearbeitet wird.

Mit der Neuauflage der EN-1563, die die Sorten GJS-450-18, GJS-500-14 und GJS-600-10 beinhaltet, sind vermehrte Kundenanfragen bei Gießereien zu verzeichnen. Silizium ist ein Ferritbildner (vermindert also den Perlitanteil) und erhöht die Festigkeit und Härte des Ferrits durch

Mischkristallverfestigung. Durch Erhöhung des Siliziumgehaltes von (prozess- und wanddickenabhängig) üblicherweise ca. 2,2 bis 2,8 % auf bis zu 4,3 % Si entsteht ein praktisch vollferritisches Matrixgefüge mit einer den teilperlitischen Sorten vergleichbaren Festigkeit und positiver Auswirkung auf die Bruchdehnung. Der Nettoeffekt der Si-Zugabe ist eine Festigkeit wie bei GJS-500/600 bei gleichzeitig höherer Bruchdehnung (weil vollferritisch) und das weitgehend wanddickenunabhängig!

Die weiteren Vorteile der Si-Zugabe für den Gussstückanwender sind geringere Härtestreuungen im Gussstück und folglich verbesserte und gleichmäßigere Bearbeitbarkeit sowie leichtere Einhaltung enger Maßtoleranzen. Der Vorteil für die Gießereien ist die erleichterte Erfüllung enger Härtetoleranzen bei großen Wanddickenunterschieden. Zudem ist auch eine höhere Toleranz gegenüber perlit- und karbidstabilisierenden Be-

gleitelementen gegeben, wodurch mehr Spielraum bei den Einsatzmaterialien entsteht.

Neben dem starken Duktilitätsabfall oberhalb von 4,3 Gew.% Silizium stellen die thermomechanischen Kennwerte technisch wichtige Resultate dar. In Abb. 3 sind die im Berichtsjahr erarbeiteten Ergebnisse der thermomechanischen Ergebnisse bei Tief- und Hochtemperaturen übersichtlich dargestellt. Die Einzelergebnisse wurden den bei der jeweiligen Prüftemperatur durchgeführten Zugversuchen entnommen. Die Kennwerte skalieren gemäß der Normsortennomenklatur. Auffällig ist der deutliche Einbruch der Festigkeiten und Bruchdehnungen bei Temperaturen über 400°C, ähnlich dem Verhalten der herkömmlichen Normsorten, jedoch bei deutlich höheren Rp-Werten gegenüber den Standardsorten.

COIN – HPDC

High Pressure Die Casting

In innovativen wertschöpfenden Druckgussteilen kommt es in den komplexen Geometrien unvermeidlich zur Bildung von Hotspots, z. B. an Wandstärkenübergängen oder in Bereichen, die nur ungenügend in der dritten Druckphase nachgespeist werden können. Dies führt zur Bildung von Gasporositäten, schwammigen oder groben Gefüge, die im Extremfall zu Ausschuss führen können. Dem Druckgießer stehen zur Behebung dieser Ungängen verschiedene Strategien zur Verfügung. Über lokale Kühlungen und/oder Squeezepins kann diesen Defekten entgegen gewirkt werden. Damit es nicht zu nachfolgenden kostenaufwändigen Trial- und Error-Anwendungen die-

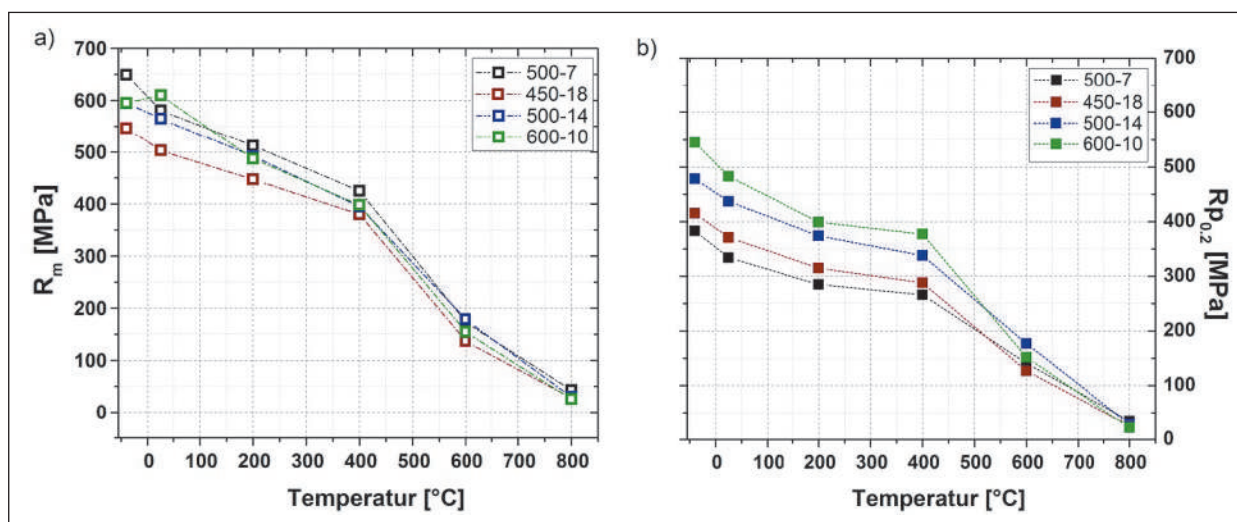


Abb. 3: a) Zugfestigkeit und b) Streckgrenze bei Tief- und Hochtemperaturen.

ser Gießnormalien kommt, müssen in vorherigen Simulationen die Effekte von lokalen Kühlungen und Squeezepins bekannt sein. Jedoch sind für eine erfolgreiche Simulation detaillierte physikalische und technologische Kenntnisse der Kühlwirkung nötig, um die Realität in Druckgussformen abbilden zu können. In systematischen Untersuchungen wurden am ÖGI die Effekte der verschiedenen Kühlnormalien im ersten Projektabschnitt untersucht. Dabei wurde der physikalische Wärmetransport unterschiedlicher Kühlnormalien und Formwerkstoffe auf einem selbstentwickelten Prüfstand getestet und mit Simulationen zum Fluidtransport und dynamischen Temperaturfeldern verglichen. Diese Arbeiten wurden im Rahmen einer Diplomarbeit am Lehrstuhl für Gießereikunde begleitet und führten zu interessanten Ergebnissen in der gießtechnischen Anwendung.

Abhängig von den lokalen Kühlbedingungen können unterschiedliche Kühlnormalien besser geeignet sein, die jeweiligen technologischen Anforderungen zu erfüllen. Untersucht wurden insbesondere die Kühleffekte von Wärmeleitrohren, StICKkühlungen, Gaskühlung, Puls-kühlung, 3D-Flächenkühlung und die Verwendung alternativer, hochwärmeleitfähiger Werkstoffeinsätze auf den Temperaturhaushalt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse wurden, weiterführend auf die lokalen Eigenschaften, im Bauteil mit metallographischen Untersuchungen und computer-tomografischen Auswertungen beurteilt und die realen Versuche mittels numerischer Simulation nachgebildet, um die Aussagekraft der Versuche auch auf andere Prozessparameter und weitere Anwendungen erweitern zu können.

Das Ziel des Forschungsprojekts ist die Erlangung der Fähigkeit zur

Vorhersage der Wirkung von qualitätsverbessernden Maßnahmen auf die lokale Mikrostruktur in Druckgussbauteilen, sowie die systematische Entwicklung von Konstruktionsanleitungen bzw. Handlungsanweisungen. Das im Projekt am ÖGI erworbene Wissen wird in der nationalen Druckgießbranche einen Technologievorsprung generieren. Dies betrifft die Darstellung komplexer Gussteile mit möglichst geringen Gussfehlern bei gleichzeitiger Erhöhung der Produktivität, womit die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Branche erhalten und ausgebaut wird.

Alternative Formstoffe und Formstoffprüfung für die Gießerei

Im zweiten Projektjahr des 4-jährigen Forschungsprojekts zum Thema Alternative Formstoffe und Formstoffprüfung wurde die Überführung der mechanischen Formstoffprüfung von den konventionellen handbetriebenen GF-Einzelpfprüfgeräten, die sehr stark bedienerabhängig sind, auf eine elektronische Tischprüfmaschine am ÖGI vollständig umgesetzt. Dazu wurden über einen mehrmonatigen Zeitraum lückenlose Parallelprüfungen mit beiden Gerätevarianten – alt und neu – durchgeführt, wobei sämtliche mechanische Nassgussformstoffprüfungen zur Anwendung kamen: Gründruck-, Grünzug-, Spalt-, Doppelscher- und Nasszugfestigkeitsprüfung. Für diese Vergleichsprüfungen wurden sowohl eine Reihe von ÖGI-Labormischungen als auch regelmäßig in Gießereien aus dem Produktionskreislauf entnommene Formstoffproben herangezogen.

Die Optimierung der Prüfabläufe bis zur Serienreife wurde anhand von Serienprüfungen mit speziellen

Labormischungen mit variierenden Bentonit- und Feuchtegehalten vorgenommen. Diese zum Teil sehr niedrigsten Formstoffmischungen zeigten die hohe Empfindlichkeit der Formstoffproben im Prüfablauf und die hohe Sensibilität des elektronischen Messverfahrens auf. Kleinste Abweichungen in der Formstoffzusammensetzung einerseits und geringste Unstetigkeiten im Prüfablauf andererseits werden bzw. wurden bei den während der Versuche beobachtbaren Prüfkurven sofort angezeigt. Vor allem bei den hochempfindlichen Grünzug- und Nasszugprüfungen kann die Gültigkeit eines Versuchs anhand der Prüfkurve sofort interpretiert werden. Diese Prüfmethoden wurden auch zum Vergleich von Formstoffaufbereitungen in Gießereien für Parallelprüfungen herangezogen.

Die Ergebnisse der Vergleichsprüfungen beeindrucken, siehe **Abb. 6**. Vor allem bei konventionellen Laborprüfgeräten von Gießereilabors, die ständig eingesetzt und gewartet werden, konnte eine hervorragende Übereinstimmung der Festigkeitswerte mit der elektronischen Prüfmaschine Type Zwick am ÖGI festgestellt werden. Nach Optimierung der Prüfabläufe und Prüfeinrichtungen (für die Grünzug- und Nasszugprüfung mit der Zwick wurden eigene Prototypen-Prüfadapter entwickelt) kann nun bei allen mechanischen Formstoffprüfungen eine hohe Reproduzierbarkeit mit sehr geringer Messstreuung festgestellt werden, siehe beispielsweise die Gründruckfestigkeitsprüfung in **Abb. 7**.

Als entscheidende Erweiterung gelang es, durch die Aufzeichnung von Festigkeits-Verformungskurven den Gießereiformstoff in die moderne Formstoffprüfung zu integrieren. Die Prüfkurven zeigen durchwegs stetige, ruckfreie Anstiege am Versuchs-

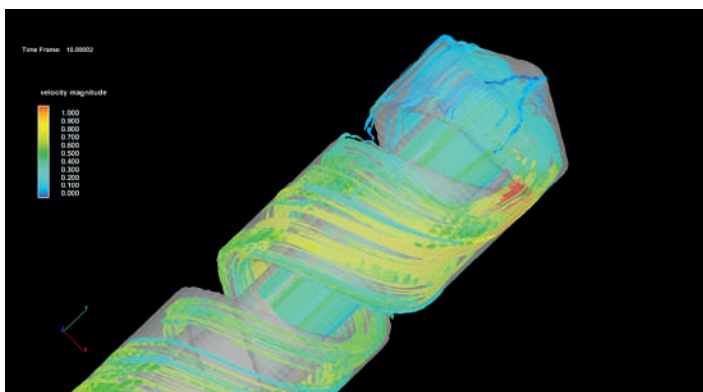


Abb. 4: Simulation des Strömungsbildes eines Fluids in spiralförmiger Gießnormalie.

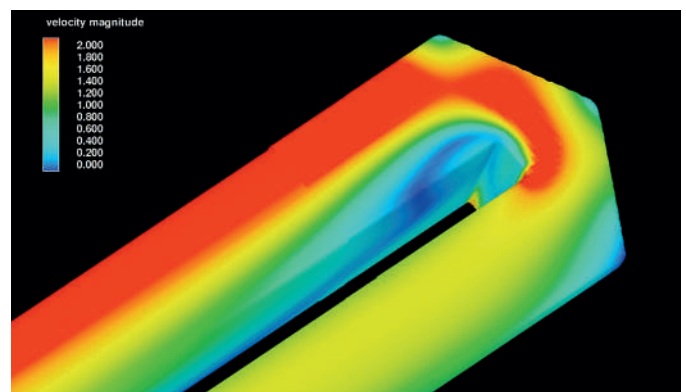


Abb. 5: Modellierung des resultierenden Temperaturfelds der spiralförmigen Gießnormalie in **Abb. 4**.

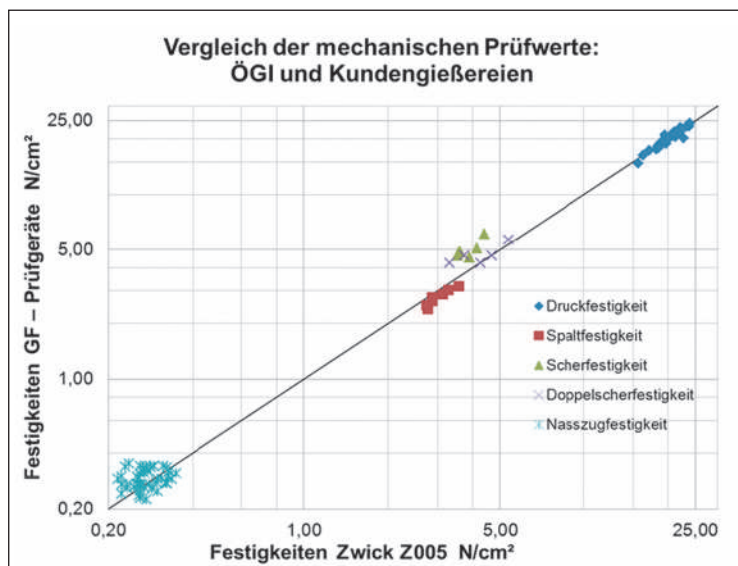


Bild 6: Vergleich der konventionellen mit der neuen elektronischen Formstoffprüfung.

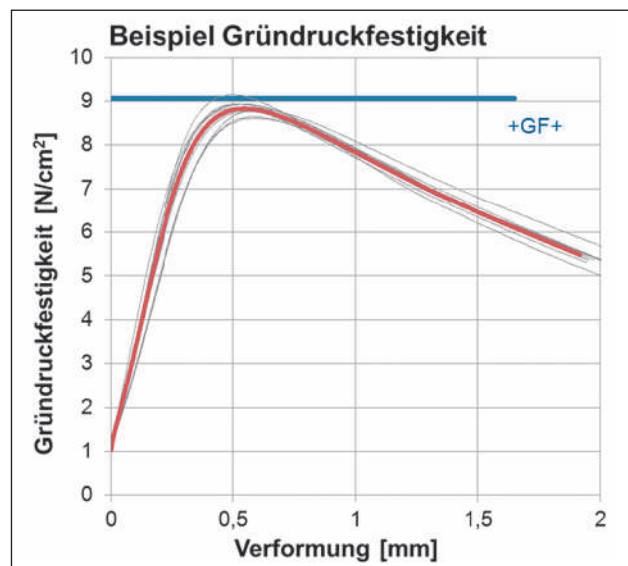


Abb. 7: Gründruckfestigkeits-Serienkurven mit geringer Messstreuung und hoher Reproduzierbarkeit im Vergleich zu konventionellen Meßmethoden.

beginn mit linear elastischem oder leicht gekrümmtem Kurvenverlauf, je nach Prüfverfahren bzw. Kraftschluss zwischen Probe und Prüfstempel.

Die neue elektronische Formstoffprüfung ermöglicht eine umfassende erweiterte Charakterisierung der Formstoffe durch die Aufzeichnung und Interpretation von hochaufgelösten Spannungs-Verformungskurven. Durch die Erfassung der Formsandplastizität oder -steifigkeit, je nach Mischung, erhält man Zusatzinformationen (Abb. 8), die bisher bei der konventionellen Maximalwerterfassung mittels Schleppzeiger oder ähnlich, nicht zugänglich waren.

Die hochpräzise Messung des Spannungs-Verformungsverhaltens von Formstoffen wird einerseits dazu

dienen, unser Werkstoffverständnis für den Gießereiformstoff zu erweitern, und andererseits enorme Möglichkeiten in der Berechnung und Simulation von betrieblichen mechanischen Formstoffbelastungen eröffnen.

Projekt NEMO

Neue Methode zur erweiterten Qualitätsbeurteilung von Aluminiumgussstücken mittels Computertomographie

Das im Jahr 2011 in Kooperation mit dem Institut für Gießereitechnik in Düsseldorf gestartete Forschungsprojekt NEMO hat eine neue Bewertungsmethode von Volumendefekten in Gussbauteilen zum Ziel. Volu-

mendefekte, die durch ungleichmäßige Schrumpfung und Gasausscheidung während der Erstarrung hervorgerufen werden, beeinflussen massiv die mechanischen Eigenschaften und können bis zu Ausschuss des Bauteils führen. Der Einsatz der Computertomographie (CT) als dreidimensionale Methode, die zweidimensionalen Methoden wie z. B. Metallographie oder Radioskopie überlegen ist, ist naheliegend, allerdings gibt es derzeit weder eine einheitliche Bewertung von CT-Ergebnissen, noch Wissen über den Zusammenhang zwischen dreidimensionalen Defektverteilungen und den mechanischen Eigenschaften des Bauteils. Das Projekt NEMO strebt daher eine von Gießereien und Gussabnehmern anerkannte Beschreibung und Bewertung der Porosität von Aluminiumgussteilen mittels CT an.

Die Herstellung der Proben erfolgt im Druck-, Sand- und Kokillenguss mit verschiedenen Aluminiumlegierungen. Die Probegeometrien sind einerseits klassische Zug-, Biege- und Schwingproben, werden aber andererseits auch aus Platten unterschiedlicher Dicke herausgearbeitet. Bei diesen Platten, die mit einer eigens hergestellten Druckgießform gegossen werden, lässt sich durch Variation der Gießparameter ein breites Porositätsspektrum erzielen. Für die CT werden die Proben mittels Röntgenstrahlung durchstrahlt und dabei in sehr kleinen Winkelschritten um 360° gedreht. Die von einem Flachbilddetektor aufgenommenen Röntgenbilder werden schließlich von einem Hochleistungscomputer zu ei-

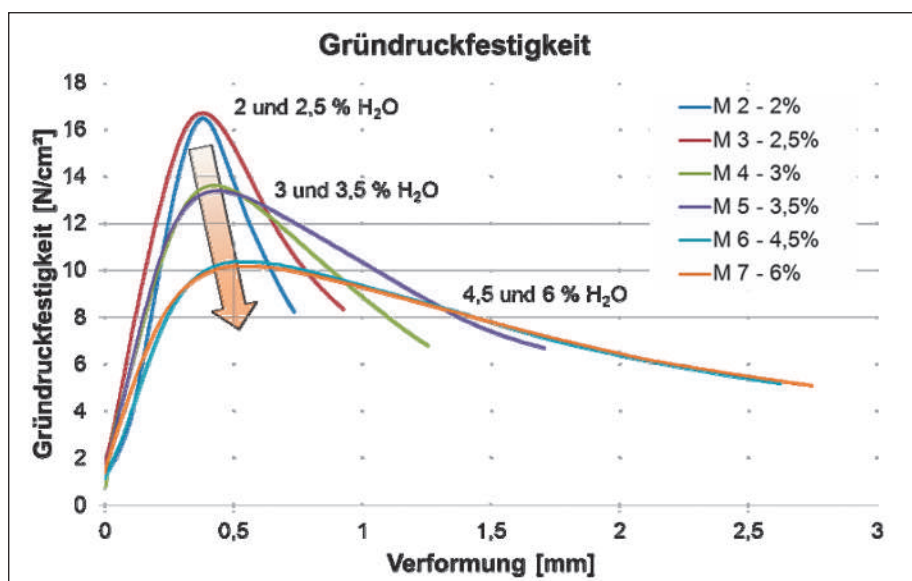


Abb. 8: Gründruckfestigkeit in Abhängigkeit von der Formstofffeuchte.



Abb. 9: Computertomographische Aufnahme einer Flachzugprobe mit den detektierten (eingefärbten) Porositäten.

nem dreidimensionalen Dichtemodell der Probe rekonstruiert.

Für die Bestimmung der Porosität wurde ein Referenzhohlkörper mit bekanntem Innenvolumen entwickelt, mit dessen Hilfe sich der Schwellwert zwischen dem Grauwert einer Pore und dem des Materials des Bauteils genau festlegen lässt. Somit kann sowohl die Gesamt- als auch die lokale Volumenporosität der Proben bestimmt werden. **Abb. 9** zeigt beispielhaft eine solche Porositätsanalyse einer Flachzugprobe aus Al-226.

Nach der mechanischen Prüfung werden die Proben an der Bruchstelle einer lokalen Porositätsanalyse im ursprünglichen CT-Datensatz unterzogen. Die lokale Volumenporosität Φ_{ROI} (ROI: Region of Interest) kann im Folgenden zu den gemessenen mechanischen Eigenschaften in Beziehung gesetzt werden.

Abb. 10 zeigt vorläufige Ergebnisse, gemessen an einer Serie von Al226-Flachzugproben. Die lokale Volumenporosität ist hierbei gegen die Zugfestigkeit R_m sowie die Bruchdehnung A aufgetragen. Bei geringer Volumenporosität zeigen sich die für Al226 typischen Werte von R_m und A , die jedoch mit zunehmender Porosität deutlich abnehmen. Bemerkenswert ist außerdem die teilweise sehr hohe lokale Volumenporosität von über 11 %.

In einem weiteren Schritt soll die Einteilung der Volumendefekte hinsichtlich ihrer Wirkung auf die mechanischen Eigenschaften erfolgen. Dabei soll ein „Qualitätsfaktor“ definiert werden, der einerseits den Abstand der Porosität zur Probenoberfläche und andererseits die Form der

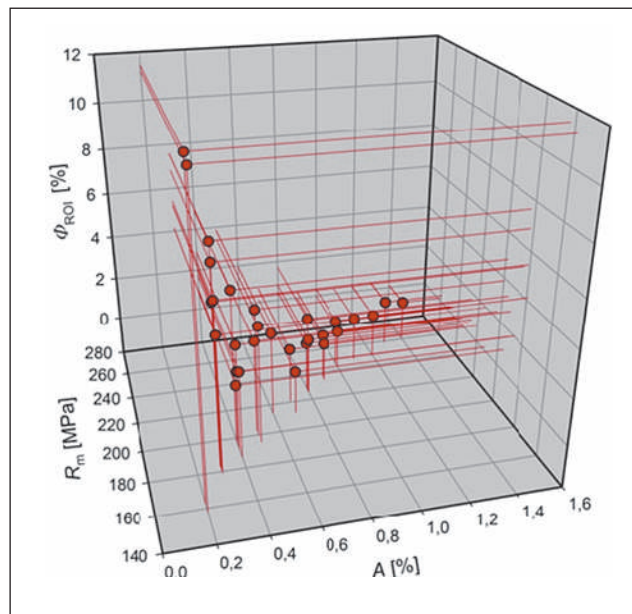


Abb. 10: Zugfestigkeit R_m , Bruchdehnung A und lokale Volumenporosität ROI von Al226-Flachzugproben.

Porosität und damit ihre Kerbwirkung berücksichtigt. Letzteres geschieht über das gewichtete Oberflächen/Volumenverhältnis jeder einzelnen Pore, welches wiederum aus dem CT-Datensatz gewonnen werden kann.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Computertomographie wesentliche Vorteile bei der Charakterisierung von Volumendefiziten gegenüber anderen zerstörungsfreien Prüfverfahren aufweist.

Da anzunehmen ist, dass CT-Untersuchungen in der Industrie eine immer wichtigere Rolle spielen werden, ist eine standardisierte Auswertung von Volumendefiziten notwendig, wozu dieses Projekt einen wesentlichen Beitrag leistet.

Cars Ultralight Technologies – CULT

Die Reduktion der CO₂-Emissionen ist eine Hauptaufgabe von Fahrzeugherstellern. Harte Grenzwerte und Konventionalstrafen für die CO₂-Flottenemissionen der Fahrzeughersteller wurden festgelegt, woraus die Notwendigkeit resultiert, innovative Technologien zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes zu entwickeln und in die Flotten der Fahrzeughersteller zu übertragen.

In dem Projektkonsortium CULT (Cars UltraLight Technologies), das von der Fa. Magna Steyr Eng. AG geführt wird, werden Technologien zur CO₂-Verminderung in einem schlüssigen Konzept für ein A-Segment-Fahrzeug vereint, mit der Option, diese auch in die größeren Fahrzeugklassen zu übertragen.

Über einen ganzheitlichen, funktionsorientierten Ansatz wurden Aerodynamik, Rollwiderstand, Wirkungsgradoptimierung, Leichtbau, Antrieb und Energiemanagement betrachtet, wobei Antrieb und Leichtbau die Schlüsselfunktionen einnehmen.

Aufgabe des ÖGi war es, Leichtbaukonzepte mit Gussteilen zu realisieren und damit das Gewicht des Fahrzeugs deutlich zu reduzieren. Hierfür wurde ein ganzheitlicher Ansatz gewählt, der auf den drei Säulen „Funktionsintegration“, „Materialsubstitution“ und „Downsizing/Sekundäreffektnutzung“ beruht, um eine Leistungsfähigkeit des Fahrzeugs für den Endkunden zu gewährleisten.

Für die Umsetzung dieses Ansatzes war es notwendig, Aluminium-Strukturbauteile zu implementieren. Die Herstellung dieser hochkomplexen Aluminium-Strukturbauteile wurde am Österreichischen Gießerei-Institut mit Hilfe numerischer Computersimulation entwickelt. Eine besondere Herausforderung war die für die ultraleichte Bauweise notwendige geringe Wandstärke der großflächigen Gussteile. Dafür mussten völlig neue Produktionswege beschritten werden. Diese großflächigen und dünnwandigen Bauteile konnten nur hergestellt werden, indem das flüssige Aluminium mit Unterstützung durch Unterdruck in den Formhohlraum eingesaugt wurde. Um die für ein Strukturbauteil notwendigen Festigkeits- und Crash-Anforderungen zu erreichen, wurden thermische Behandlungen zur Verbesserung der Mikrostruktur durchgeführt. Bei diesen Strukturbauteilen handelt es sich um die beiden A- bzw. C-Säulen sowie den Tunnelabschluss.



Abb. 11:
CULT-
Konzept-
abbildung

Es zeigt sich, dass mit dem oben beschriebenen ganzheitlichen Ansatz ein Fahrzeugkonzept darstellbar ist, das eine deutliche Gewichtsreduktion bei moderater Kostensteigerung ermöglicht. Durch eine Multi-Materialbauweise konnte eine initiale Gewichtsreduktion ermöglicht werden, die durch weitere Maßnahmen, insbesondere auf der Fahrwerks- und Antriebsseite, insgesamt zu einer Halbierung der CO₂-Emissionen führte. Um den finalen Nachweis zu erbringen, wurde ein fahrbarer Prototyp aufgebaut, mit dem die neue Technologie im Gesamtfahrzeugverbund „erfahren“ werden kann (Abb. 11).

Simulation der Formfüllung und Erstarrung von im Schleuderguss gegossenen Rohren

Ziel des Projekts ist die Beherrschung der numerischen Modellierung des horizontalen Schleuder-

gießprozesses von Rohren (de Lavaud-Prozess) mittels Finiter Methoden unter Berücksichtigung der beweglichen Schleuderkokille, der freien Schmelzeoberfläche und der Erstarrung. Damit wurde es erstmalig möglich, den Gießprozess eines ganzen, über fünf Meter langen Gusseisenrohres numerisch im vollen Umfang zu beschreiben. Die verwendete Simulationssoftware (Flow3D der Fa. Flow Science Inc., Santa Fe, New Mexico, USA) wurde der gestellten Aufgabe entsprechend angepasst. Besonderes Augenmerk wurde auf die korrekte Beschreibung der komplexen Spiralbewegung der zuerst flüssigen und im Lauf des Gießprozesses erstarrenden Schmelze gelegt. Durch Parallelisierung der Rechenprozesse auf mehrere Rechenkerne in einem modernen Hochleistungscomputer bzw. Verteilung der Simulationen auf mehrere Computer konnte die Rechenzeit von Wochen drastisch verkürzt werden.

Im letzten Projektjahr wurde das Schleudergießen unterschiedlicher Rohrdurchmesser von 80 mm bis 500 mm durchgeführt. Aus den unterschiedlichen, aus den Simulationen ausgewerteten Wandstärkenverteilungen, kann der Einfluss der einzelnen Prozessparameter klar abgeschätzt werden. Des Weiteren wurde die zeitliche Abhängigkeit des über die Zuflussrinne fließenden Gusseisen-Schmelzestromes mittels der Simulation untersucht. Die Menge der jeweils momentan in die Kokille zufließenden Schmelze ist deutlich von thermischen und mechanischen Verformungen der Rinne abhängig. Zusätzlich wurde das Erstarrungsverhalten von gegossenen Rohren bei Unwucht der Schleuderkokille simuliert.

Große Gießereitechnische Tagung 2012 in Salzburg

Mehr als 950 Teilnehmer aus 11 Ländern trafen sich bei der Großen Gießereitechnischen Tagung am 26./27. April 2012 in Salzburg. Damit zählt die Große Gießereitechnische Tagung, die bereits zum zweiten Mal im Zusammenspiel zwischen Deutschland, Österreich und der Schweiz stattfand, zu der größten deutschsprachigen internationalen Gießereitagung.

Das große Interesse und die gute Beteiligung sind neben dem attraktiven Tagungsort auch darauf zurückzuführen, dass in den letzten Jahren bei der Tagungsausrichtung konsequent auf eine hohe Qualität der Vorträge und ein umfassendes und interessantes Rahmenprogramm gesetzt wurde. Dadurch haben die Gießereitage mit österreichischer Beteiligung im deutschsprachigen Raum nachhaltig einen ausgezeichneten Ruf erlangt.

In drei parallelen Sessions zum Thema Eisen- und Stahlguss, Nicht-eisen-Metallguss und Fertigungstechnik wurden in 36 Vorträgen aktuelle Themen der Gießereibranche aufgegriffen und in 3 Plenarvorträgen auch kulturelle Themen reflektiert. Dabei wurden umfassende Einblicke über Einsparungsmöglichkeiten in der Energie-, Material-, Kosten- und Anlagenwirtschaft gegeben sowie über neueste Entwicklungen in den Bereichen Metallurgie, Gießtechnologie und über moderne und zukunftsweisende Optimierungsmöglichkeiten für Gießverfahren und Gussteile berichtet.

Abb. 12: Verteilung der axialen Geschwindigkeitskomponente in einem Schnitt durch ein Gusseisenrohr während des Gießens.

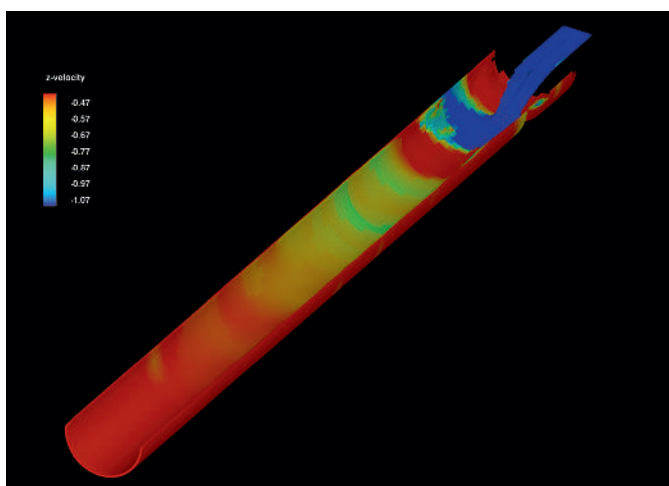


Abb. 13: Simulierte Verformung einer Zuflussrinne, verursacht durch die lokal unterschiedliche Temperaturbelastung beim Durchströmen von flüssigem Gusseisen (Darstellung stark überzeichnet).

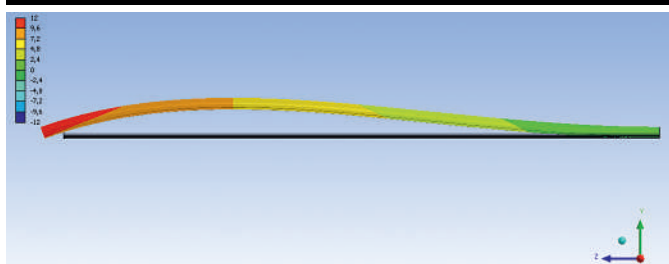




Bild 14: Kongresszentrum Salzburg.

Neben den hervorragenden fachlichen Vorträgen hat insbesondere der traditionelle Gießerabend, der kulinarisch aber auch unterhaltungsmäßig keine Wünsche im Salzburger Flughafen Terminal 2 offen ließ, wesentlich zu einem ungezwungenen Erfahrungsaustausch unter Fachkollegen beigetragen.

QS-Tätigkeitsbericht 2012

Hochgradige Kundenzufriedenheit setzt eine QS-konforme Arbeitsweise bei der gewohnt zügigen Lösung der verschiedensten Aufgabenstellungen voraus. Zur Erhöhung dieser Qualitätsstandards wurden am ÖGI auch in diesem Jahr kontinuierliche Verbesserungen in der Ausbildung der hochmotivierten Mitarbeiter und des exzellenten QS-Managements umgesetzt. Als vorausschauende Maßnahmen des Managements wurden Schulungspläne und Infrastrukturinvestitionen anhaltend positiv unterstützt. Über den Qualifizierungsverbund „Kooperative Forschung“ konnte im Jahr 2012 die gemeinsame Schulungs-Plattform in den Bereichen Kundengespräche, Präsentationstraining, Rhetorik, Projektmanagement und IT-Weiterbildung erfolgreich fortgeführt werden.

Der Akkreditierungsumfang umfasst 33 Prüfverfahren in den Bereichen Chemisches Labor, Mechanisches Prüflabor, Physikalisches Labor und in der Metallographie. Das gesamte QS-System wurde von Dr. Martin Fechter als Qualitätsbeauftragtem auch 2012 in mehreren Terminblöcken internen Audits unterzo-

Auch die regelmäßige Durchführung genauester Kontrollen sowie zeitgemäße Aktualisierungen der akkreditierten Prüfverfahren geben den geforderten hohen Qualitätsstandard wieder. Am 29. November 2012 wurde ein erfolgreiches Überprüfungsaudit durchgeführt, dessen Verbesserungsmaßnahmen bereits erfolgreich umgesetzt worden sind.

Investitionen

Durch ein gemeinsames Infrastrukturprojekt mit den Schwester-Instituten *Zentrum für Elektronenmikroskopie ZfE* in Graz und dem *Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung IBS* in Linz innerhalb der Austrian Cooperative Research, ACR, war es möglich, institutsübergreifend eine Prüfung von mechanischen Kennwerten bei verschiedenen Temperaturen anzubieten. Hierbei liegt das besondere Interesse in der Brand-

forschung bei den Hochtemperatur-Werkstoffkennwerten (IBS) und dem Zusammenhang zwischen feinsten Gefügebestandteilen (ZfE) und mechanischen Kennwerten (ÖGI). Federführend gelang es dem ÖGI, modernste Universal-Prüfmaschinen mit digitalen Steuerungen und Interface für den Hoch- und Tieftemperaturbereich zu gewinnen. Die in **Abb. 15** dargestellten Universalprüfmaschinen (Marke Zwick) erlauben hochgenaue Messungen von -40 bis 1200°C und ergänzen die anderen hochwertigen Prüfmaschinen am ÖGI.

Erlöse und Aufwendungen 2012

Die anhaltend gute Konjunkturlage in der Automobilindustrie und damit auch in hohem Maße bei den österreichischen Gießereien erlaubte im Jahr 2012 die **Erlöse** von € 3.830.415,— auf hohem Niveau zu halten (**Abb. 16**). Eine Rücklagenbildung von € 240.000,— konnte ermöglicht werden, sodass das Jahr 2012 ausgeglichen abschloss. Diese positive Entwicklung der Erlöse im Jahr 2012 resultierte überwiegend aus Fakturerlösen für direkte und indirekte Dienstleistungen aus der Automobilindustrie, die zusätzlich zu dem hohen Umfang in der Projektstätigkeit innerhalb von national (FFG, BMWFJ) und international geförderten F&E-Projekten (EU) stattfand.

Dem gegenüber standen auf der **Aufwandseite** (**Abb. 17**) ein unverändert hoher Personalkostenanteil, der nötig ist, um qualifiziertes Personal für F&E-Dienstleistungen zu gewährleisten.

Aus direkt an die Auftraggeber **fakturierten Dienstleistungen** erziel-



Abb. 15: Universalprüfmaschine Zwick 100 für Hochtemperaturmessungen. Im Vordergrund die ACR-Projektpartner: Prof. P. Schumacher (ÖGI), DI B. Schmiedinger (IBS), Prof. F. Hofer (ZfE) und DI G. Schindlbacher (ÖGI) (v.l.n.r.).

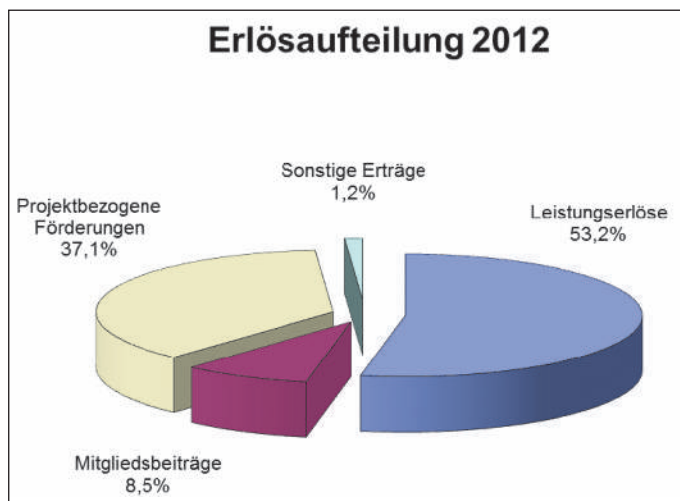


Abb. 16: Erlösaufteilung 2012.



Abb. 17: Aufwandsaufteilung 2012.

te das österreichische Gießerei-Institut im Berichtsjahr Leistungserlöse von rund € 2.030.134,—. Die Aufträge kamen von 215 Auftragspartnern, davon waren 51 ausländische Auftraggeber aus 15 Ländern. Hervorzuheben sind der signifikante Anteil der direkt fakturierten Aufträge und die vielfältigen Projektbeteiligungen. Insbesondere sind die Projektbeteiligungen von den Mitgliedsfirmen in den kooperativen F&E-Projekten anzumerken, die sowohl in Cash als auch In-Kind erfolgten und damit den hohen Praxisbezug des ÖGI zu österreichischen Gießereien verdeutlichen.

Die vom Fachverband für 46 Gießereien eingebrachten sowie von 22 außerordentlichen Mitgliedern bezahlten **Mitgliedsbeiträge** haben im Verhältnis zum Umsatz über die Jahre abgenommen und verblieben bei rund 8 %.

Betrachtet man die Gesamtfinanzierung, so arbeitete das Institut zu rund 63 % mit Eigenfinanzierung (Dienstleistungserlöse und Mitgliedsbeiträge) und zu 37 % mit projektgebundenen Förderungen.

Der sehr hohe **Eigenfinanzierungsanteil** ist im Vergleich mit ähnlichen Forschungseinrichtungen als sehr hoch zu bewerten.

Wertmäßig konnten im Berichtsjahr rd. 76 % der Gesamterlöse dem Bereich F&E zugeordnet werden, wobei 59 % der Industrieaufträge aus F&E Projekten stammen.

Abschließend sei an dieser Stelle noch den Förderstellen (FFG, BMWFJ, SFG, Land Steiermark und Wirtschaftskammern), den ordentlichen und außerordentlichen Mitgliedsfirmen sowie den Kunden des ÖGI gedankt.

Veröffentlichungen 2012:

- Walpot M., **Panzirsch B.**
Sicher verbunden
Die Presse/Presse am Sonntag, 15. 01. 2012, S. 24
- **Pabel T., Rosc J., Habe D.,** Geier G., Fritz L.
Computertomographie als zerstörungsfreies Prüfverfahren für Gussteile
Schweiss- und Prüftechnik 02/2012, S. 25–29
- **Hofer P., Kaschnitz E., Schumacher P.**
Messung und Simulation von Verzug und Eigenspannungen in Druckgussteilen
Giesserei 99, 01/2012, S. 30–41
- **Hofer P., Kaschnitz E.**
Thermal diffusivity of the aluminium alloy Al-10Si-Mn-Mg (Silafont 36) in the solid and liquid states
High Temperatures – High Pressures, Vol. 40, S. 311–322
- **Pabel T.**
Modifizierung der eutektischen Mg²Si-Phase von AlMgSi-Gusslegierungen
Posterpräsentation, Wer Was Wo Forschung @MUL, Leistungsschau Montanuniversität Leoben, 13. 03. – 16. 03. 2012
- **Petkov T., Pabel T.**
Wärmebehandlung einer duktilen AlMgSi-Legierung
Posterpräsentation, Wer Was Wo Forschung @MUL, Leistungsschau Montanuniversität Leoben, 13. 03. – 16. 03. 2012
- Staggl S., **Pabel T.,** Bozorgi S., Faerber K., **Kneiβl C., Schumacher P.**
Charakterisierung der Heißrissempfindlichkeit von Aluminium-Gusslegierungen
Giesserei-Praxis 5/2012, S. 192–196
- **Pabel T., Schindelbacher G.**
Lokale Eigenschaftsoptimierung durch den Einsatz von Kühleisen im Aluminium-Sandguss
Metall, 66. Jahrgang, 5/2012, S. 217–221
- **Gassner G.,** Bauer W., **Schumacher P.,** Löblich H., Stets W.
Werkstoff- und fertigungstechnische Grundlagen der Herstellung und Anwendung von hoch siliciumhaltigem Gusseisen mit Kugelgraphit
Giesserei 99, 05/2012, S. 18–20
- **Petkov T., Künstner D., Pabel T.,** Faerber K., **Kneiβl C., Schumacher P.**
Optimierung der Wärmebehandlung einer AlMgSi-Gusslegierung
Druckguss 6/2012, S. 268–274
- Staggl S., Bozorgi S., **Pabel T.,** Faerber K., **Kneiβl C., Schumacher P.**
Untersuchungsmethoden zur Charakterisierung der Heißrissempfindlichkeit von Aluminium-Gusslegierungen
Giesserei-Rundschau 59 (2012), Heft 5/6, S. 138–143
- Pittino G.; **Pabel T., Rosc J.,** Fritz L., Hadwiger M., Geier G., **Habe D.**
CT basierende Visualisierung und Berechnung der Orientierung von Stahlfasern im stahlfaserbewehrten Spritzbeton
ZfP-Zeitung 130, 6/2012, S. 43–45
- **Hofer P.; Kaschnitz E., Schumacher P.**
Simulation of distortion and residual stress in high pressure die casting – modelling and experiments
Materials Science and Engineering 33 (2012), S. 1–8
- **Kaschnitz E.**
Numerical simulation of centrifugal casting of pipes
Materials Science and Engineering 33 (2012), S. 1–6
- Assael M.; Kalyva A., Antoniadis K., Banish M., Egly I., Wu J., **Kaschnitz E.,** Wakeham W.
Reference data for the density and viscosity of liquid antimony, bismuth, lead, nickel and silver
High Temperatures – High Pressures, Vol. 41, S. 161–184
- **Petkov T.; Künstner D., Pabel T.,** Faerber K., **Kneiβl C., Schumacher P.**
Optimierung der Wärmebehandlung einer AlMgSi-Gusslegierung

- Giesserei-Rundschau 59 (2012), Heft 7/8, S. 194–200
- **Tucan K., Gschwandtner R., Hofer P., Schindlbacher G., Schumacher P.**
Vergleich der Wirkung von lokalen Temperiermaßnahmen in Druckgießformen
Giesserei-Rundschau 59 (2012), Heft 7/8, S. 211–216
 - **Pabel T.; Bozorgi S., Kneißl C., Faerber K., Schumacher P.**
Änderung der Warmrissneigung bei AlSi7MgCu Legierungen in Abhängigkeit vom Kupfer- und Magnesiumgehalt
Metall, 66. Jahrgang, 9/2012, S. 336–341
 - **Nerl C.; Wimmer M., Hofer P., Kaschnitz E.**
Design of a Mould System for Horizontal Continuous Casting of Bilayer Aluminium Strips
World Academy of Science, Engineering and Technology, Issue 68 August 2012 Paris France, S. 1562–1567
 - **Pabel T.; Bozorgi S., Kneißl C., Faerber K., Schumacher P.**
Einfluss der Legierungselemente auf die Heißrissneigung bei AlSi7MgCu-Gusslegierungen
Giesserei 99, 09/2012, S. 30–37
 - **Petkov T.; Künstner D., Pabel T., Faerber K., Kneißl C., Schumacher P.**
Ermittlung der Wärmebehandlungsparameter für eine AlMgSi-Gusslegierung
Giesserei 99, 10/2012, S. 26–37
 - **Pabel T.; Bozorgi S., Kneißl C., Faerber K., Schumacher P.**
Susceptibilitateafisurării la caldă aliajelor AlSi7MgCu și influența elementelor de aliere (Magneziuși Cupru)
(Hot cracking susceptibility of AlSi7MgCu-alloys and the effects of alloying elements (magnesium and copper))
Revista de Turnătorie (Romanian Foundry Journal) Nr. 9–10/2012, S. 2–11
 - **Li J.H.; Schumacher P.**
Effect of Y addition and cooling rate on refinement of eutectic Si in Al-5 wt-%Si alloys
International Journal of Cast Metals Research, Vol. 0, S. 1–11
 - **Li J.H., Suetsugu S., Tsunekawa Y., Schumacher P.**
Refinement of eutectic Si phase in Al-5Si alloys with Yb additions
The Minerals, Metals & Materials Society and ASM International 2012, Metallurgical and Materials Transactions A, published online, 22. 09. 2012
 - **Heugenhauser S., Stauder B., Djurdjevic M., Schumacher P.**
Bildanalytische Methode zur Charakterisierung des Veredelungsgrades von Aluminium-Silizium Gusslegierungen
Tagungsband, Tagung „Materialographie“, 19. 09. – 21. 09. 2012, Rostock
 - **Pittino G., Rosc J., Habe D., Geier G., Fritz L., Pabel T., Hadwiger M.**
CT basierende Visualisierung und Berechnung der Orientierung der Stahlfasern im stahlfaserbewehrten Spritzbeton
Gießerei-Rundschau 59 (2012), Heft 11/12, S. 293–296
 - **Pabel T., Bozorgi S., Kneißl C., Faerber K., Schumacher P.**
Az AlSi7MgCu ötvözetek melegepédésihajlama és az ötvözőelemek (magnézium és réz) hatásai.
Kohászati (Hungarian Foundry Journal) (145) 2/2012, S. 19–24
 - **Pabel T., Bozorgi S., Kneißl C., Faerber K., Schumacher P.**
Einfluss der Legierungselemente auf die Heißrissneigung bei AlSi7MgCu-Gusslegierungen
Konstruieren und Gießen, <http://www.kug.bdguss.de/fachartikel>, Dezember 2012
 - **Pabel T., Bozorgi S., Kneißl C., Faerber K., Schumacher P.**
Effect of alloying elements on hot cracking susceptibility of AlSi7MgCu-alloys
International Foundry Research 64 (2012) No. 4, S. 28–34
 - **Pabel T., Kneißl C., Schumacher P.**
Improved properties of aluminium cast parts through the use of inorganic cores
Foundry Trade Journal International, Vol. 186 No. 3698, 10/2012, S. 257–261
 - **E. Kaschnitz, H. Tschenett, R. Satlow**
Numerische Simulation des Schleudergießens von Rohren mit Flow 3 D
Gießerei-Rundschau 59, S. 238–241 (2012)
 - **Pabel T., Kneißl C., Schumacher P., Brotzki J., Müller J.**
Improved properties of aluminium cast parts through the use of inorganic cores
Foundry Trade Journal, Volume 186, 10/2012, S. 257–261

Kontaktadresse:

Österreichisches Gießerei-Institut
8700 Leoben
Parkstraße 21
Tel.: +43 (0)3842 431010
Fax: +43 (0)3842 431011
E-Mail: office@ogi.at
www.ogi.at

**Komprimiertes
Wissen**

Jederzeit verfügbar!



**Komprimiertes
Wissen**

Jederzeit verfügbar!

Das elektronische Archiv der Giesserei Rundschau 2001 bis 2011

Vollversion mit den kompletten 66 Heften der Jahrgänge 2001 bis 2011 einschließlich Jahrgangsindex und alphabetischem Autorenregister auf einer CD-ROM für Windows.

Zu bestellen bei: Verlag Strohmayer KG | Weitmoserstraße 30 | A-1100 Wien | Tel./Fax: +43 (0)1 6172635 | giesserei@verlag-strohmayer.at
Preis (inkl. MwSt zuzgl. Versand): € 35,00 für VÖG-Mitglieder € 82,00 für Nichtmitglieder

Aus dem Fachverband der Gießereiindustrie

Die Gießereiindustrie Österreichs im Jahr 2012

Allgemeine wirtschaftliche Daten

Mit Ende des Jahres 2012 sollte sich eine Bodenbildung eingestellt haben. In Summe ist der Wachstumspfad, auf den die österreichische Wirtschaft eingeschwenkt ist, nach wie vor sehr flach. Der Arbeitsmarkt entwickelt sich weitgehend stabil und auch die Finanzmärkte zeigen einen deutlichen Aufwärtstrend.

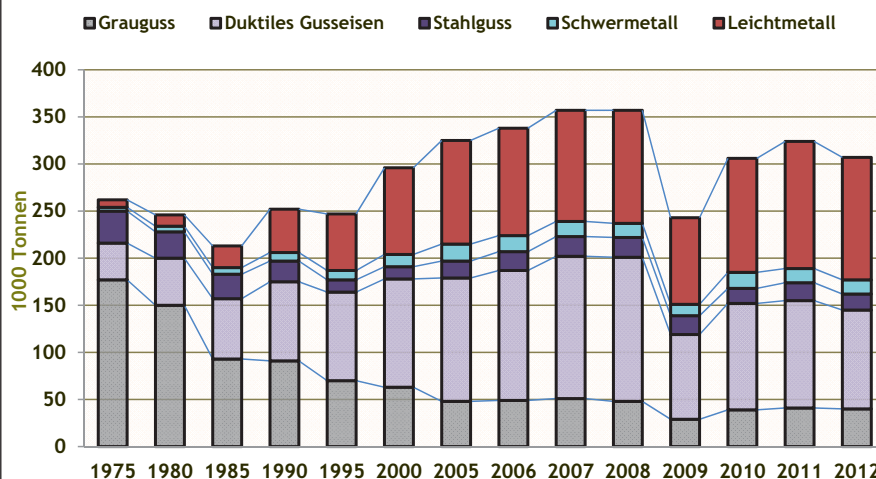
Österreich weist bereits seit dem Jahr 2002 einen Wachstumsvorsprung gegenüber der Eurozone auf, der 2011 und 2012 besonders ausgeprägt war. Gemäß den Prognosen bis 2014 sollte der Wachstumsvorsprung weiter bestehen bleiben, sich aber etwas reduzieren.

Das Finanzierungsumfeld in Österreich ist bedingt durch die niedrigen Zinsen eher günstig, auch wenn die Kreditkonditionen zuletzt leicht verschärft wurden und die Kreditnachfrage insgesamt gering bis leicht rückläufig ist. Die Zinsen für kurzfristige Zinssätze sanken im Jahr 2012 auf das geringste historische Niveau. Die Investitionen entwickeln sich nach wie vor aber noch eher schwach.

Nach wie vor bestehen eine Vielzahl von Risiken für die Konjunktur, insbesondere die wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen und der Verlauf der Staatsschuldenkrise in der Eurozone. Für Österreich ist insbesondere die Entwicklung der östlichen und südlichen Nachbarländer wesentlich. Weitere Risiken gehen aus von der Budgetsituation in den USA.

	2011		2012	
Werkstoffsparte	t	€	t	€
Eisen- und Stahlguss	173.012	444.856.863	161.485	438.693.495
Nichteisenmetallguss	150.899	911.544.746	144.993	893.918.203
Summe	323.911	1.356.401.609	306.478	1.332.611.698

Entwicklung der Produktionsmenge der Österreichischen Gießereiindustrie unterteilt nach Gussarten



Besser als die Prognosen derzeit erwarten, könnte die Entwicklung dann ausfallen, wenn sich das Vertrauen der Unternehmen und Konsumenten stärker und schneller festigt.

Produktion

Die Gesamtproduktion im Jahre 2012 beträgt rd. 306.478 t und ist gegenüber 2011 um 5,4% gesunken. Der

gesamte Umsatz der Branche sank gegenüber 2011 um ca. 1,8% und beträgt rd. 1.333 Mio. Euro.

Der **Eisenguss** verzeichnet 2012 eine Gesamtproduktion von rd. 161.485 t, das entspricht einem Minus von mehr als 6,7%, wobei sich der Umsatz nur um 1,4% verringerte.

Im Bereich **Grauguss** verringerte sich die Produktion auf ca. 39.700 t, das entspricht einem Abstieg von 2,2% gegenüber 2011.

Die Produktion beim **Duktilen Gusseisen** sank gegenüber 2011 auf 104.527 t, das entspricht einem Minus von 8,2%.

Der **Stahlguss** weist 2012 rd. 17.258 t auf, das ist ein Minus von 7,1% gegenüber 2011.

Auch im **Nichteisenguss** hat sich die Produktion um 3,9% und der Umsatz um 1,9% verringert.

Beim **Leichtmetallguss** ist ein Minus von 4,3% auf rd. 129.552 t zu verzeichnen.

Der **Schwermetallguss** weist gegenüber 2011 die geringste verminderte Produktion von 0,5% auf.

Hauptergebnisse WIFO Konjunkturprognose März 2013

Veränderung gegenüber dem Vorjahr in %

	2012	2013	2014
Bruttoinlandsprodukt (real)	+0,8	+1,0	+1,8
Bruttoanlageinvestitionen (real)	+1,3	+1,5	+2,0
Warenexporte (real)	+0,2	+3,8	+6,0
Private Konsumausgaben (real)	+0,4	+0,6	+0,9
Verbraucherpreise	+2,4	+2,2	+2,0
Unselbständige aktiv Beschäftigte	+1,4	+0,7	+0,9
Defizit (in % des BIP)	-3,1	-2,6	-2,0

Quelle: WIFO – Konjunkturprognose März 2012

Gussproduktion unterteilt nach Werkstoffen und Gießverfahren

	t 2011	t 2012	Veränderung in %
Grauguss	40.583	39.700	-2,2
Duktiles Gusseisen	113.854	104.527	-8,2
Stahlguss	18.575	17.258	-7,1
Eisenguss	173.012	161.485	-6,7
Zink-Druckguss und Schwermetall- guss gesamt	15.524	15.441	-0,5
Leichtmetallguss	135.375	129.552	-4,3
davon Al-Druckguss	58.588	58.293	-0,5
davon Al-Kokillenguss	69.652	64.566	-7,3
davon Al-Sandguss	1.198	1.006	-16,0
davon Mg-Guss (überwieg. Druckguss)	5.937	5.687	-4,2
Metallguss	150.899	144.993	-3,9
Total	323.911	306.478	-5,4

Auftragseingänge

Die Auftragslage und Auslastung ist je nach Bereich sehr unterschiedlich und teilweise deutlich zurückgegangen. Aufträge werden immer kurzfristiger vergeben.

Große Probleme gibt es bei den Kunden in Südeuropa. Alle Gießereien, die in den südeuropäischen Bereich liefern, weisen starke Rückgänge auf.

Viele Bereiche in der Automobilindustrie weisen Rückgänge bei der Menge auf. Wie in der Vergangenheit, ist die Situation je nach Kundenstruktur sehr unterschiedlich.

Die Rohstoffpreise und Kosten für Energie sind auf hohem Niveau stabil.

Gießereibetriebe und Beschäftigte

Die Struktur der im Jahr 2012 vom Fachverband der Gießereiindustrie betreuten Mitgliedsunternehmen gliedert sich – bezogen auf ihre Produktion – folgendermaßen auf:

Reine Eisengießereien	16
Reine NE-Metallgießereien	24
Gießereien, die Eisen- und NE-Metallguss erzeugen	5
Gesamt	45

Ende des Jahres 2012 gab es in Österreich 45 industrielle Gießereibetriebe.

Nachstehende Tabelle zeigt die regionale Verteilung der Gießereibetriebe und die Beschäftigtenzahlen:

Bundesland	Anzahl	
	Betriebe	Beschäftigte
Wien	3	24
Niederösterreich	12	2.293
Oberösterreich	12	2.551
Steiermark	8	1.384
Salzburg	2	252
Kärnten + Tirol	4	335
Vorarlberg	4	246
Österreich	45	7.085

Insgesamt gab es 2012 in der Gießereiindustrie 7.085 Beschäftigte.

Die ausgeprägte klein- und mittelbetriebliche Struktur der österreichischen Gießereiindustrie ist nach wie vor unverändert: 25 Betriebe – das sind mehr als 50 % der zum Fachverband gehörenden Unternehmen – beschäftigen weniger als 100 Mitarbeiter.

Der Anteil der Gießereien mit mehr als 500 Mitarbeitern im Unternehmen ist gegenüber 2011 gleich geblieben.

Kontaktadresse:

Fachverband der
Gießereiindustrie Österreichs
Wirtschaftskammer Österreich
Wiedner Hauptstraße 63
A-1045 Wien
Tel.: +43 (0)5 90 900-3463
Fax: +43 (0)5 90 900-279
E-Mail: giesserei@wko.at
Internet: www.diegiesserei.at

voestalpine
GIESSEREI TRAISEN GMBH

www.voestalpine.com/giesserei_traisen

Firmennachrichten



Optimierung des Kernschießens und Aushärtung von komplexen Kernen

Die brasilianische Gießerei Usiminas arbeitet konsequent an der Entwicklung von robusten Werkzeugen und Prozessen in der Kernfertigung. Daher wurde zum frühestmöglichen Zeitpunkt die neue Kernschieß-Simulationssoftware MAGMA C+M eingeführt. Der erste Einsatz der Software erfolgte bei einem Projekt, das zu Beginn der Nutzung des Programms bereits angelaufen war.

Das Hauptziel war daher die Optimierung der Prozessbedingungen für das bereits bestehende Werkzeugkonzept. Der PU-Cold-Box-Kern wird entsprechend seiner Geometrie auch „schmale Taille“ genannt: Länge 920 mm, große Querschnittsänderungen innerhalb des Kerns, beträchtliche Änderungen in der Fließrichtung des Sandes während des Schießens, sowie die Notwendigkeit, bestimmte Teile des Kerns im Gegenstrom zu füllen, bedeutete eine der größten Herausforderungen für die Kernfertigung bei Usiminas.

Bei den ersten Versuchen zeigten sich Probleme bei der Herstellung, die zum völligen Kollaps des unteren Kernbereichs führten. Daraufhin wurden die Kernschieß- und Aushärtungsschritte in MAGMA C+M im Detail analysiert, so dass erste Rückschlüsse hinsichtlich des bestehen-

den Fehlers gezogen werden konnten. Der Mangel an Kernfestigkeit konnte aufgrund der Ergebnisse mit einer schlechten Aushärtung in Verbindung gebracht werden. Schon die erste Simulation zeigte, dass die Problemzonen während des Begasens nur eine sehr geringe Konzentration an Amin aufwiesen, was die Grundursache für den Fehler war. Unterschiedliche Prozessbedingungen, wie Begasungs- und Spülzeiten, sowie der Begasungsdruck wurden verändert. Diese Versuche lieferten sowohl in der Simulation als auch in der Realität bessere Ergebnisse. Dennoch waren die geforderten robusten Prozesse für den Kern noch immer nicht sichergestellt.

Die weitere Untersuchung mithilfe von MAGMA C+M richtete sich auf die Auswertung der lokalen Konzentration des absorbiertenamins, da hierdurch Bereiche angezeigt werden, in denen das katalysierende Gas die chemische Reaktion nicht aktivieren kann. Dieses Ergebnis zeigt deutlich, dass lokal nur sehr geringe Konzentrationen des Katalysators zur Verfügung standen, um die Aushärtung in den fehlerbehafteten Bereichen zu beschleunigen.

Die Auswertung der simulierten Kurven für den Massenstrom des

Amin/Luftgemisches durch die Entlüftungsdüsen verdeutlichte, dass das Katalysatorgas die betroffenen Bereiche nicht erreichte. Der offene Entlüftungsquerschnitt der oberen und mittig gelegenen Entlüftungsdüsen erlaubte ein frühzeitiges Entweichen des Gases, bevor es den Boden erreichte. Anstatt kostenintensive Änderungen am Kernkasten durchzuführen, entschied sich Usiminas für eine einfache Lösung: einige Entlüftungsdüsen in den oberen und mittig gelegenen Bereichen wurden geschlossen, um so die Gaskonzentration im unteren Bereich zu erhöhen. Allerdings war es den Fachleuten klar, dass diese Änderungen wohl auch das Kernschießen selbst beeinflussen würden.

Die Optimierung führte zu einem beträchtlichen Konzentrationsanstieg des gasförmigenamins (~ 36%) in den unteren Bereichen des Kerns. Im Vergleich zum ursprünglichen Projekt stieg außerdem die Menge an im Binder kondensiertem Amin an. Mit den gewählten Anpassungen produzierte Usiminas einen Kern ohne jeden Aushärtungsfehler. Da die Entlüftung reduziert wurde, traten jedoch die erwarteten schießbedingten Fehler auf. Daher wurde mit MAGMA C+M eine weitere Untersuchung des Kernschießverlaufs durchgeführt. Die Simulationsergebnisse zeigten eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den realen Defekten und den Bereichen geringer Verdichtung. Die Animation des Fließverhaltens zeigte außerdem, dass die Probleme in den kritischen Bereichen durch einen gegen die Hauptfließrichtung gerichteten Gegenstrom des Sandes bedingt waren.

Alle noch vorhandenen Fehler im Kern lagen in der Nähe zur Formteilung des Kernkastens. Dabei wiesen einige Fehlstellen eine glatte Oberfläche auf, was darauf hinwies, dass der Sand noch während des Schießens an diesen Stellen durch einen starken Luftstrom entfernt worden war. Die Ergebnisse der Kernschießsimulation unterstützen Usiminas' Überlegung, dass ein unzureichendes Abdichten des Formkastens der Grund für den Fehler war: Luft konn-



Erster Kernschießversuch. Der untere Kernbereich fällt aufgrund mangelnder Festigkeit vollständig in sich zusammen.



Fehlerfrei produzierte Kerne

Fotos: Usiminas/BR

te mit hoher Geschwindigkeit durch die Formteilung entweichen. Diese Hypothese wurde überprüft, indem im Werkzeug eine Silikondichtung für eine verbesserte Abdichtung der relevanten Bereiche des Kernkastens eingesetzt wurde. Mit dieser Anpassung

konnte reproduzierbar ein völlig fehlerfreier Kern produziert werden.

Quelle: BDG-Pressemitteilung
vom 20.3. 2013

Kontaktadresse:

MAGMA Gießereitechnologie GmbH
zH Fr. Karola Thews
D-52072 Aachen | Kackertstraße 11
Tel.: +49 (0)241 88901-74
E-Mail: k.thews@magmasoft.de
www.magmasoft.de



Georg Fischer vergibt Lizenz für Eisenlegierung Sibodur® an japanische Riken Corporation und vereinbart geografische Partnerschaft

GF Automotive, eine Division von Georg Fischer, und der in Japan ansässige Anbieter von Eisengusskomponenten Riken Corporation haben eine Lizenz- und Partnerschaftvereinbarung unterzeichnet, mit der GF Automotive die Lizenz für die Nutzung seiner erfolgreichen Sibodur®-Legierung in Japan und Südostasien an Riken vergibt. Die beiden Parteien haben außerdem vereinbart, sich gegenseitig bei der Bedienung der Kundenbedürfnisse zu unterstützen. Riken übernimmt in Japan und Südostasien die Fertigung im Namen von GF Automotive und GF Automotive in Europa die Fertigung im Namen von Riken.

Sibodur® ist eine innovative Eisenlegierung, die von GF Automotive entwickelt wurde und bereits von wichtigen Kunden genutzt wird. Sie ermöglicht den Bau deutlich leichter Fahrwerksteile aus Eisen und konkurriert erfolgreich mit Aluminium- und Stahlschmiedeteilen bezüglich Leistung und Gewicht bei geringeren Kosten.

Josef Edbauer, Leiter GF Automotive, sagt: „Diese Vereinbarung fördert

die Verbreitung unserer Sibodur®-Legierung im asiatischen Raum und ermöglicht beiden Unternehmen, die globalen Anforderungen unserer jeweiligen Kunden besser zu erfüllen.“ Der Verwaltungsratspräsident der Riken Corporation, Noritada Okano, erklärt: „Sibodur® von GF Automotive erhöht Rikens technische Möglichkeiten und ermöglicht uns, unseren Kunden leichte und kostenwirksame Lösungen anzubieten. Ausserdem erlaubt uns diese Vereinbarung, unsere Kunden überall auf der Welt zu erreichen.“

Riken Corporation ist ein börsennotiertes Unternehmen mit Hauptsitz in Tokyo. Das Unternehmen produziert ein breites Spektrum an Produkten, mit einem Schwerpunkt auf Antriebs- und Fahrzeugkomponenten. Riken Corporation hat rund 3.900 Mitarbeitende weltweit. Die Gussaktivitäten konzentrieren sich auf Japan und Indonesien. Der Jahresumsatz des Unternehmens liegt bei rund JPY 71 Mia. (CHF 700 Mio.).

GF Automotive ist eine der weltweit führenden Automobilzuliefererinnen und technologisch wegweisende Entwicklungspartnerin und Herstellerin für die Fahrzeugindustrie. An zehn Standorten in Deutschland, Österreich und China werden rund 600 000 Tonnen Eisen, Aluminium und Magnesium zu hochwertigen Bauteilen verarbeitet. Der Umsatz 2012 betrug CHF 1.461 Mio.

Quelle: +GF+ Presseaussendung
vom 20. August 2013

Kontaktadresse:

Georg Fischer Automotive AG
zH Hrn. Beat Römer
Konzernkommunikation
CH-8201 Schaffhausen
Amsler-Laffon-Strasse 9
Tel.: +41 (0) 52 631 26 77
Fax: +41 (0) 52 631 28 63,
E-Mail: beat.roemer@georgfischer.com
www.gfau.com



Siempelkamp

Neues 3D-Messsystem für mehr Planungssicherheit von Gusskomponenten

Seit etwas mehr als einem Jahr setzt die Siempelkamp Gießerei gemeinsam mit der Siempelkamp Nukleartechnik ein neues optisches 3D-Koordinatenmesssystem ein. Das 3D-Messsystem ermöglicht erstmals, die reale Gussstruktur in Größe, Lage und Form zu erfassen – ganz berührungslos und unabhängig von den Abmessungen.

Das Messprinzip beruht auf der optischen Sensorerfassung von Messpunkten, die auf dem Gussstück



Vermessung eines Gusscontainers mit dem GOM-3D-Messsystem

Foto: Siempelkamp

aufgeklebt werden. Durch die bildliche Aufnahme der Messpunkte aus verschiedenen, zueinander definierten Blickwinkeln, werden den Messpunkten Koordinaten zugeschrieben. Die Erfassung des Bauteils erfolgt somit in Größe, Lage und Form. Dabei übernimmt ein mathematischer Algorithmus die Auswertung der optisch erfassten Datenmenge. Mit der dazugehörigen Auswertungssoftware werden die ermittelten Daten der realen Gusskomponente mit den

CAD-Daten der Planung und der Fertigung verglichen.

Auf diese Weise ist Siempelkamp in der Lage, bereits im Vorfeld der mechanischen Bearbeitung mögliche Maß-, Form- oder Lagefehler zu ermitteln und in den meisten Fällen über eine Verlegung der Bearbeitung zu korrigieren. Auch für die Erstmusterbegutachtung neuer Gussstücke ist die 3D-Erfassung von Vorteil. Schwierige Freiformkonturen können erfasst und bewertet werden, maßbedingte oder geometrische Abweichungen am Erstmuster erkannt

und entsprechende Korrekturmaßnahmen zur Serienfehlervermeidung eingeleitet werden.

Der Einsatz des neuen GOM-Messsystems (GOM = Gesellschaft für optische Messtechnik) wird derzeit intensiv für die Produktion von Gusscontainern genutzt. Hier steht die optimale Ausrichtung des Bauteils für die mechanische Bearbeitung im Mittelpunkt. Eine erfolgreiche Kostenoptimierung für mehr Planungssicherheit in der Gießerei als auch in der Nukleartechnik: Die Giesserei reduziert Prüfkosten, da ein Anreißen

der Gusscontainer entfällt und die Nukleartechnik kann die mechanische Bearbeitung an den Containern höchst effizient durchführen.

Quelle: BDG-Presseaussendung vom 7.8.2013

Kontaktadresse:

Siempelkamp Giesserei GmbH
zH Fr. Martina Glücks
D-47803 Krefeld | Siempelkampstr. 45
Tel.: +49 (0)2151 894-295
martina.gluecks@siempelkamp.com
www.siempelkamp.com

StrikoWestofen
Group

StrikoWestofen liefert erste StrikoMelter-Schmelzöfen nach Südkorea

Erstmals hat die StrikoWestofen Group zwei StrikoMelter-Schmelzöfen an Aluminiumgießereien in Südkorea geliefert. Damit nutzen jetzt auch Unternehmen auf dem südkoreanischen Markt die Vorteile der effizienten Technologie aus Gummersbach. Bereits im ersten Quartal 2013 konnten die beiden Pilotprojekte, die jeweils die Lieferung eines Zweikammer-Schmelzofens umfassen, erfolgreich umgesetzt werden. Und die Liste der Interessenten ist lang: „Es liegen uns bereits weitere konkrete Anfragen von südkoreanischen Gießereien vor“, freut sich Thomas Platzer, für den Markt zuständiger Verkaufsleiter bei Striko-

Westofen. „Nachdem nun die hervorragenden Verbrauchswerte und insbesondere der geringe Metallverlust unserer Anlagen durch Messungen der südkoreanischen Betreiber bestätigt wurden, werden wir uns auch im dortigen Markt gegen den starken lokalen Wettbewerb gut behaupten können.“

Südkoreanische Produzenten von Alu-Gussteilen verzeichnen seit Jahren hohe Wachstumsraten. Während Deutschland 2012 gerade wieder das Niveau von 2008 erreichte, hat sich in Südkorea die Produktion im selben Zeitraum verdoppelt. Im Jahr 2011 stammten 54 Prozent aller welt-

weit produzierten Aluminiumgussteile aus Asien – Tendenz steigend. „Gerade im asiatischen Markt – und ganz konkret in Südkorea – gibt es ein enormes Potential, die Effizienz der Anlagen zu erhöhen“, erklärt StrikoWestofen-Geschäftsführer Rudolf Riedel. „Deshalb freut es uns umso mehr, dass wir nun die ersten Projekte in Korea realisiert haben.“

Insgesamt zwei Schmelzanlagen konnte StrikoWestofen im Frühjahr 2013 in Südkorea erfolgreich in Betrieb nehmen.

Dabei waren die Voraussetzungen beider Kunden höchst unterschiedlich – nicht jedoch ihre Anforderungen: So errichtete die Firma „Il



Neue Gießerei auf höchstem technologischem Niveau: Ein StrikoMelter-Schmelzofen von StrikoWestofen stellt das Kernstück der Schmelzanlage bei der Firma „Il Gangh“ in Südkorea dar (Bild: StrikoWestofen)



Modernisierung mit Weitblick bei der Gießerei „Inzi Amt“: Der verbaute StrikoMelter senkt den Energieverbrauch von mehr als 120 Kubikmeter Erdgas pro Tonne geschmolzenem Aluminium auf unter 60 Kubikmeter. (Bild: StrikoWestofen)

Gangh“ in der Nähe von Gimje eine komplett neue Gießerei auf höchstem technologischem Niveau. Als Kernstück der Schmelzanlage entschieden sich die Verantwortlichen für einen StrikoMelter-Zweikammerofen vom Typ MH II. Dieser verfügt zusätzlich über eine automatische Verwiegung und eine Prozessvisualisierung, welche die Prozesssicherheit nachhaltig erhöht. „Neben der hervorragenden Energieeffizienz unseres Systems war für Il Gangh insbesondere der geringe Metallverlust ausschlaggebend“, so Verkaufsleiter Thomas Platzer.

Das Sparpotenzial bei den Betriebskosten war auch der Hauptfaktor, aufgrund dessen die Gießerei „Inzi Amt“ in Dangjin ihre Anlage durch einen StrikoMelter-Schmelzofen aufrüstete. Ebenso wie die Gießerei Il Gangh fertigt Inzi Amt Druckgussteile für die Automobilindustrie – darunter Getriebegehäuse und Zy-

linderköpfe. Im Rahmen einer Modernisierung wurde nun der lokal gebaute Schmelzofen gegen einen StrikoMelter getauscht.

Neben einer deutlich erhöhten Prozesssicherheit senkt die Technologie aus Deutschland den Energieverbrauch um rund die Hälfte. Ehemals mehr als 120 Kubikmeter Erdgas pro Tonne geschmolzenem Aluminium stehen hier einem Nominalverbrauch von nunmehr unter 60 Kubikmetern Erdgas pro Tonne gegenüber. Die deutlich verbesserte Effizienz zeigt sich darüber hinaus auch beim Metallverlust, der beim StrikoMelter dank der EtaMax-Schachtgeometrie besonders gering ausfällt. „Durch gezielte Nutzung der Abwärme von Schmelz- und Warmhaltevorgang wärmen wir das Ausgangsmaterial vor, wodurch ein sehr schneller Schmelzvorgang erzielt wird. Dies reduziert den Eintrag von Oxiden und somit den Metallver-

lust“, beschreibt Platzer das EtaMax-System. „Die hervorragenden Resultate von weniger als 1,5 Prozent Verlust haben in der Vergangenheit bereits viele Gießereien weltweit empirisch bestätigt. In Feldtests wurden sie nun auch für den südkoreanischen Markt validiert und bilden damit eine verlässliche Grundlage für Entscheider über künftige Ofeninvestitionen in der Region.“

Quelle: StrikoWestofen-Presseaus-sendung vom 20. August 2013

Kontaktadresse:

StrikoWestofen Group
zH Fr. Katharina Seidler
Hohe Straße 14
D- 51643 Gummersbach
Tel.: +49 (0)22 61 7091 108
Fax: +49 (0)2261 7091 5108
E-Mail: kse@strikowestofen.com
www.strikowestofen.com

ASKCHEMICALS
We advance your casting



Prozesssimulation von ASK Chemicals optimiert Gießprozesse

Bekannt als Lieferant für innovative Gießereichemikalien, bietet das Unternehmen ASK Chemicals, Hilden/D, nicht nur ein vielfältiges Produktportfolio, sondern auch tief gehendes Experten-Know-how in der Simulation von Gießprozessen. Diese Kompetenz offeriert der Global Player nun auch als umfassendes Dienstleistungspaket für Gießereien und konzipiert damit für die verschiedenen Phasen des Gießprozesses ökologisches und ökonomisches Optimierungspotenzial.

Der frühzeitige Einsatz der Gießprozesssimulation leistet einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit in Gießereien. Schon in der Planung und auch im laufenden Betrieb generieren Gießprozesssimulationen die Abbildung und Anpassung dynamischer Abläufe und deren effizienter Veränderungen.

Hier setzt der Simulationsbereich von ASK Chemicals an. Als eigenständige Dienstleistung adressiert er alle prozessorientierten Gießereien und liefert maßgeschneiderte Kon-



Kernschießvorgang mit Schießkopf

zepte, die ökologische und ökonomische Lösungen für Gießereien bereitstellen – exakt an deren Prozessparameter angepasst.

Mit modernster Computertechnologie analysiert und simuliert die

Anwendungstechnik im Kundenauftrag Prozesse wie das Kernschießen, das Kernbegasen und die Dehydratisierung, ebenso die Formfüllung und Erstarrung.

Das tiefe Verständnis für Gießereiprozesse im Hause ASK Chemicals schafft dabei umfassende Vorteile. Durch Simulation wird die Qualität eines Gussteils bereits vor dem Produktionsbeginn exakt beschreibbar. So geschaffene, virtuelle Prototypen versetzen Gießereien in die Lage, ihre Produktentwicklungskosten zu senken, Vorlaufzeiten zu verkürzen und die Produktqualität zu steigern.

Quelle: ASK-Pressemitteilung vom 8.7.2013

Kontaktadresse:

ASK Chemicals GmbH
zH Fr. Verena Skelnik
Manager Marketing & Communications
D-40721 Hilden | Reisholzstraße 16–18
Tel.: +49 (0)211 71103-0
Fax: +49 (0)211 71103-70
E-Mail: info@ask-chemicals.com
www.ask-chemicals.com



Spezialschlichte für den Al-Kokillenguss erhöht Standzeit

Für Zulieferer der Automobil-Industrie ist die Produktion von Aluminiumussteilen mittels Kokillenguss von hoher technologischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Gerade für diese Anforderungen liefert der Schlichtespezialist ASK Chemicals, Hilden/D, die halbisolierende Kokillenschlichte SOLITECTM AD 901, eine hocheffiziente Wasserschlichte, die durch maximale Standzeit große wirtschaftliche Vorteile im Gießereiprozess schafft.

Neben Faktoren wie der Gewährleistung des vollständigen Formfüllens, der Steuerung der Erstarrung des Gussteils und dem Schutz der Formoberfläche liefert der Einsatz von SOLITECTM AD 901 einen weiteren entscheidenden Vorteil. Dieser liegt in der höheren Standzeit der Kokil-

len, die sich im Vergleich zur Anwendung anderer Standardschichten um mehr als 50 % verlängert. Sowohl die Intervalle für das Schlichten der Kokille als auch für deren Wartung werden verlängert und damit die Verfügbarkeit erweitert.

Der vergleichsweise hohe Grafitgehalt von SOLITECTM AD 901 bewirkt auch eine deutliche Senkung der Entformungskräfte und verringert somit die Beanspruchungen der Formoberflächen. Selbst Produktionsunterbrechungen bis zu vier Stunden lassen keine negativen Auswirkungen auf die Schlichte- und Gussteilqualität erkennen. Der wirtschaftliche Effekt: längere Nutzungszeiten bei sinkenden Wartungskosten.

Mehr als 90 Chemiker, Ingenieure und Techniker der ASK Chemicals

arbeiten auf drei Kontinenten daran, diesen Anforderungen der Zulieferer von Aluminiumussteilen gerecht zu werden. Im Austausch von Wissenschaft und Praxis sowie im Dialog mit dem Kunden entstehen so in hochmodernen Labors Produkte, die gleichermaßen innovativ und effizient arbeiten und immer wieder neue Branchenstandards setzen.

Quelle: Ask-Presseaussendung vom 10.9.2013

Kontaktadresse:

ASK Chemicals GmbH
zH Fr. Verena Skelnik
Manager Marketing & Communications
D-40721 Hilden | Reisholzstraße 16-18
Tel.: +49 (0)211 71103-0
Fax: +49 (0)211 71103-70
E-Mail: info@ask-chemicals.com
www.ask-chemicals.com



Neuer Leichtbau-Werkstoff aus der Stranggussproduktion – Si-legiertes Gusseisen mit Kugelgraphit

ACO Eurobar entwickelt und realisiert mit neuem Werkstoff innovative Strangguss-Produkte mit weitreichendem Substituierungspotenzial und hohem Wirtschaftlichkeits-Potenzial.

Mit der neuen Ausgabe der DIN EN 1563 – Gusseisen mit Kugelgraphit – wurde auch eine neue Gruppe von Werkstoffen in die Norm aufgenommen, nämlich die hoch siliziumhaltigen Gusseisen mit Kugelgraphit. Der Unterschied zu konventionellen Sphäroguss-Werkstoffen ist darin zu sehen, dass dort höhere Festigkeiten durch einen steigenden Anteil an Perlit erreicht werden, während bei hoch siliziumlegierten Werkstoffen legierungsbedingt ein überwiegend ferritisches, mischkristallverfestigtes Gefüge vorliegt. Diese Materialien sind, ausgehend von der jeweiligen Festigkeit, durch vergleichsweise hohe Bruchdehnungswerte (bis Faktor 2) gekennzeichnet. Aber auch die Streckgrenzen $R_{p0,2}$, die den Beginn der makroskopisch erkennbaren plastischen Verformung beschreiben, liegen bei gleicher Festigkeit erheblich über denen von ferritisch-perlitischen GJS-Werkstoffen.

Die Kombination von hoher Streckgrenze und hoher Bruchdehnung eröffnet erhebliches Leichtbau- und damit Substituierungspotenzial, weil einerseits Werkstoff-Alternativen möglich sind und andererseits ein „universell“ einsetzbarer Werkstoff mehrere andere ersetzen kann.

Zwar werden noch nicht die Festigkeiten von ADI-Werkstoffen erreicht, jedoch kann bei hoch siliziumhaltigen Werkstoffen auf die Verwendung teurer Legierungselemente verzichtet werden, und die aufwändige Wärmebehandlung kann ebenfalls entfallen, woraus sich spürbare



Strangguss-Rundstab aus hochsiliziumhaltigem Gusseisen mit Kugelgraphit mit homogenem Schnittbild der ferritischen Werkstoffstruktur Foto: ACO

Kostenvorteile ergeben. Interessant sind die hoch siliziumhaltigen Werkstoffe auch bezüglich mechanischer Bearbeitung, insbesondere im direkten Vergleich mit den konventionellen ferritisch-perlitischen Sorten (EN-GJSW-500-7, EN-GJS-600-3). Denn bei diesen ist der Einfluss der Abkühlgeschwindigkeit auf die mechanischen Eigenschaften ausgeprägter als bei den neuen Sphäroguss-Sorten. Dies kommt speziell bei Gussteilen mit unterschiedlichen Wandstärken und den damit einhergehenden unterschiedlichen lokalen Abkühlgeschwindigkeiten zum Tragen.

Nach DIN EN1563 darf sich die Härte des Werkstoffs EN-GJS-500-7 zwischen 170 und 230 HB bewegen, weshalb es innerhalb eines Werkstücks zu erheblichen Schwankungen in der Härte kommen kann.

Hoch siliziumhaltige Werkstoffe dagegen weisen auf Grund des Gefüges keine solchen starken Schwankungen auf. Dadurch sind in der mechanischen Bearbeitung bei hohen Zerspanraten enge Maßtoleranzen möglich. Das weitgehend homogene Gefüge der ferritischen Werkstoffstruk-

tur wirkt sich zudem positiv auf die Werkzeug-Standzeiten aus, weil es, anders als beim perlitischen Gefüge, überhaupt keine harte Zementitphase enthält.

Fazit: Sind solche konstruktiv-technischen Merkmale wie Streckgrenze, Schwingfestigkeit, Duktilität und gute Bearbeitbarkeit gefordert, eröffnen hoch siliziumhaltige Werkstoffe in Gestalt von Stranggussprodukten sowohl echte Alternativen als auch neue Möglichkeiten.

Vor allem im Hinblick auf Leichtbau, Substituierung von Stahlwerkstoffen, Vereinheitlichung von Stranggusswerkstoffen, kürzeren Bearbeitungszeiten, höheren Werkzeugstandzeiten, höherer und vor allem reproduzierbarer Strangguss- und damit Werkstück-Qualität, bietet ACO Eurobar GmbH mit standardisierten oder kundenspezifischen Stranggussprodukten aus hoch siliziumhaltigen Gusseisen mit Kugelgraphit wirtschaftliche Lösungen für die Einzel-

teil- wie für die Klein-, Mittel- und Großserienfertigung.

Quelle: Pressemitteilung der ACO Eurobar GmbH vom 27.8.2013

Kontaktadresse:

ACO Eurobar GmbH
zH Hrn. Bernd Gründemann
D-67663 Kaiserslautern
Hohenecker Straße 5
Tel. +49 (0)631 2011 450 | Fax -459
info@aco-eurobar.de
www.aco-eurobar.de



Maschinenfabrik GUSTAV EIRICH feiert 150-jähriges Jubiläum

Die Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG, Gründungsjahr 1863, feiert in diesem Jahr ihr 150-jähriges Jubiläum. Eirich ist ein Familienunternehmen, das voll von seinen Mitarbeitern getragen wird und nach Aussage der Geschäftsführer 150 Jahre lang jung geblieben ist. Diese beiden Faktoren sind ein wesentlicher Teil des Erfolges dieses Traditionsunternehmens.

In den Unternehmensleitlinien steht „Technologieführerschaft“ ganz weit oben. EIRICH hat erfolgreich über viele Jahrzehnte neue Verfahren und neue Maschinen in seinen Kernmärkten eingeführt. Aus rein mechanischem Mischen haben sich in vielen Anwendungsbereichen Verfahren entwickelt, die mehrere Funktionen, wie Trocknen, Kühlen, Heizen, Pelletieren, Lösen, Kneten, etc. in einer Maschine vereinen können.

Nach dem Motto „erst schreiben wir die Noten, dann suchen wir das dazu passende Musikinstrument aus“ erarbeitet EIRICH für seine Kunden maßgeschneiderte und daher optimale Lösungen. Die Vielzahl von Anwenderbranchen öffnet Einblicke in Aufbereitungsmethoden, die innovativ auf andere Branchen übertragen werden können.

EIRICH ist seit 1925 Partner der Gießereien. Zu Beginn wurden EIRICH-Formsandmischer durch die Firma O. Ullrich, Leipzig, bzw. nach dem 2. Weltkrieg durch Ullrich & Roser, Bad Cannstatt, innerhalb der Gießereibranche vertrieben. Seit 1965 entwickelt und liefert EIRICH selbstständig Aufbereitungstechnik für



Formsande. EIRICH hat in vielen Bereichen der Formsandaufbereitung Pionierarbeit geleistet, z.B.: kollerlose Formsandmischer, On-Line Qualitätsüberwachung der Formsandqualität, Aufbereitungsanlagen in Turmbauweise, Mischen und Kühlen unter Vakuum u.v.a.

EIRICH ist heute weltweit Technologieführer im Bereich der Formsandaufbereitung.

Forschung und Entwicklung haben bei EIRICH drei Säulen: Kundenspezifische Arbeiten, erfahrungsbasierte Entwicklungen im eigenen Haus sowie Zusammenarbeit mit Hochschulen und Forschungsinstituten sind die wesentlichen Quellen für Innovationen. Die Ausgaben für F&E liegen bei EIRICH wesentlich über dem Branchendurchschnitt.

Jungsein bedeutet auch, in die Welt zu gehen. Unter dem Aspekt der Kundennähe hat EIRICH in den vergangenen Jahrzehnten ein internationales Netz von Vertriebs-, Produktions- und Servicegesellschaften aufgebaut. Frankreich, Russland, Ukraine, USA, Brasilien, Südafrika, Indien, China und Japan sind heute EIRICH-Standorte. Einige der Auslandsgesellschaften verantworten zusätzlich ein eigenes Portfolio kom-

plementärer Produkte, die innerhalb der Firmengruppe auch für die Zukunft weiteres Potential bereithalten. Unter dem Motto „wo EIRICH draufsteht, ist auch EIRICH drin“ produzieren alle Produktionsgesellschaften der EIRICH-Gruppe mit großer Fertigungstiefe. Unabhängig vom Standort werden auf diese Weise Qualität und zuverlässige Auftragsabwicklung gesichert.

Die EIRICH-Gruppe befindet sich zu 100% im Familienbesitz. Sie zählt heute mit ca. 1.500 Mitarbeitern und ca. 200 Mio. EUR Umsatz zu den größten Anbietern der Branche weltweit. Umfangreiche Investitionen im In- und Ausland unterstreichen die dynamische Weiterentwicklung des Unternehmens.

Die Jubiläumsfeier hat im Juli im Kreis der in- und ausländischen Mitarbeiter im Sinn einer Familienfeier stattgefunden. Am 21. Juli wurde zu einem Tag der offenen Tür am Firmensitz in Hardheim eingeladen, zu dem auch das firmeneigene Museum eröffnet wurde. Dieses befasst sich mit der industriellen Entwicklung von den Anfängen einer Mühlenwerkstatt hin zu einem weltweit aufgestellten Maschinenbauunternehmen.

Quelle: BDG-Pressemitteilung vom 28.8.2013

Kontaktadresse:

MASCHINENFABRIK
GUSTAV EIRICH GMBH & Co KG
D-74736 Hardheim | Walldürner Str. 50
Tel.: +49 (0)6283 51-603
E-Mail: eirich@eirich.de
www.eirich.com



Neues Firmenmitglied

Oskar Frech GmbH + Co. KG,
D-73614 Schorndorf-Weiler, Schorndorfer Straße 32

Neues persönliches Mitglied

Dipl.-Ing. **Tomas Peichl**, Verkaufsmanger der Fa. Promet Czech s.r.o., CZ-70200 Ostrava, 28. Rijna 41/3138 Privat: CZ-73934 Senov, Vraclawska 1100

Personalia – Wir gratulieren zum Geburtstag



Herrn Dipl.-Ing.
Dr. Angelos Ch. Psimenos, A-2822
Bad Erlach, Storchensiedlung 2, **zum 65. Geburtstag** am
12. Oktober 2013.

In Griechenland geboren, absolvierte A. Ch. Psimenos auch dort seine Schulbildung und studierte danach von 1972 bis 1978 Technische Chemie an der TU Graz, wo er 1981 an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik auch promovierte. Von Mai 1977 bis Mai 1983 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter für Grundlagen- und Angewandte Forschung am Institut für Verfahrenstechnik beschäftigt.

Im Juni 1983 erfolgte die Ablegung der Zivilingenieurprüfung für Chemieanlagenbau, Umwelt- und Verfahrenstechnik in Griechenland. Hierauf war er bis Dezember 1985 in Griechenland als Zivilingenieur tätig.

Im Jänner 1986 kehrte Dr. A. Psimenos nach Österreich zurück und trat in das Institut für Umweltforschung in der Forschungsgesellschaft Joanneum in Graz ein. Im Rahmen dieser Tätigkeit erfolgte im Auftrag des Österreichischen Bundesministeriums für Handel, Gewerbe und Industrie die Erstellung von zwei Studien zur Emissionsreduzierung bei der Papierbleiche in der Österreichischen Zellstoffindustrie.

Vereinsnachrichten

Im Juni 1986 wechselte er zur Constantia AG und übernahm, parallel zur Tätigkeit bei der Forschungsgesellschaft Joanneum, die Leitung der Abteilung Labor, Qualitätskontrolle und Entwicklung bei der Fa. Funder Industrie GmbH in St. Veit/Glan. Diese Tätigkeit dauerte bis Dezember 2001.

Seine Hauptaufgabenbereiche bei der Fa. Funder Industrie GmbH waren die Entwicklung neuer Produkte, Verfahren und Technologien in den Bereichen der Bindemittel, Harze, Additive, Holzverbundstoffe bzw. Holzstoff-/Metall- oder Holzstoff-/Kunststoff-Verbunde, wie auch die Sicherstellung des Qualitätssicherungssystems gemäß ISO 9001 und 14001.

Im Bereich Forschung und Entwicklung war er zuständig für die Projektplanung, die Projekterstellung, die Überprüfung der Projektfinanzierung durch nationale und internationale Förderungsinstitutionen (Forschungsförderungsfond, Technologiefond, EU etc.), die Auswahl der Projektpartner (Hochschulen, Universitäten, Institute, Firmen), die Leitung und Koordination der Projektdurchführung (Versuche und Untersuchungen, Zeit- und Finanzplan) bis zur Markteinführung des Produktes. Im Rahmen dieser Tätigkeit war Dr. Psimenos betraut mit der Leitung und Durchführung von über zwanzig nationalen und internationalen Forschungs- und Entwicklungsprojekten.

Im Bereich des Qualitätsmanagements war er verantwortlich für die Designlenkung, Qualitätskontrolle und technische Lieferbedingungen, die Erstellung und Freigabe der erforderlichen Dokumente (Spezifikationen, Prüfanweisungen, Prüfvorschriften, Qualitätskontrolle und Freigabe der verwendeten Rohstoffe und der erzeugten Produkte), Erstellung, Verwaltung und Aktualisierung der Technischen- und Sicherheitsdatenblätter für alle Produkte, sowie für die Mess- und Prüfmittelüberwachung.

Ab 1990 war er zusätzlich Bereichsleiter für „Technologietransfer“. Die Aufgaben dieses Bereiches waren die Neuerstellung und Aktualisierung der Technologie-Handbücher beim Know-how-Transfer betreffend Harz- und Additivherstellung, Imprägnierung von Dekorpapieren, Herstellung von Beschichtungen und Verbundmaterialien. Parallel zu den oben angeführten Aufgaben war er auch verantwortlich für:

- **Lehrlingsausbildung.** Als Mitglied der Prüfungskommission für Chemielaboranten im Bundesland Kärnten, nominiert von der Lehrlingsstelle des Österreichischen Bundesministeriums für Wirtschaft als Arbeitsgebervertreter, war er zuständig für die Vorbereitung und Durchführung der praktischen Lehrabschlussprüfung im Labor der Fa. Funder Industrie GmbH.
- **Fachbeauftragter für Chemikalien** (inkl. Giftbezugslizenz), Wasser-, Abwasser- und Abfallwirtschaft (Erstellung und Umsetzung des Abfallwirtschaftskonzepts)
- **Überprüfung, Begutachtung und Beanstandung** von Gesetzentwürfen, Normenentwürfen und Patentanmeldungen.

Ab Jänner 2001 war Dr. Psimenos zusätzlich zur Tätigkeit bei der Fa. Funder Industrie GmbH auch Key Researcher und Area Manager für den Bereich „Höherwertige Holzwerkstoffe“ des Österreichischen „K-plus – Kompetenzzentrums für Holz und Chemie“.

Ab Juni 2003 bis Juni 2011 oblag ihm die Leitung der Abteilung Entwicklung, Labor und Anwendungstechnik bei der Fa. FURTENBACH GmbH in Wiener Neustadt. In dieser Zeit erfolgte die Entwicklung von neuen Cold-Box, Warm-/ Hot-Box-, Alphaset- und No-Bake Harzen, Wasser-, Alkohol und Trockenschichten, Additiven und Trennmitteln.

Seit Jänner 2012 stellt Dr. A. Psimenos sein umfangreiches Know-how im Rahmen seines „APSI-Chem – Ingenieurbüro für Chemie und Verfahrenstechnik“ als selbständiger Berater im Bereich der Gießereichemie und Gießertechnologie zur Verfügung.

Herrn Dipl.-Ing. **Uwe Löcker**, Georg Fischer Fittings GmbH, A-3160 Traisen, Mariazellerstraße 75, **zum 50. Geburtstag** am 11. November 2013

Herrn Dipl.-Ing. Dr. mont. **Leopold Kniewallner**, Nematik Linz GmbH, A-4030 Linz, Zeppelinstraße 24, **zum 50. Geburtstag** am 15. November 2013

Herrn Ing. **Josef Ungerhofer**, Dynacast Österreich GmbH, A-2700 Wr. Neustadt, Neunkirchnerstr. 83, **zum 50. Geburtstag** am 13. Dezember 2013

Bücher und Medien



50 Jahre Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

an der Montanuniversität
Leoben (1953–2013)



Anlässlich des 50-jährigen Bestehens des Lehrstuhls für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften fand am 28. Februar 2013 an der Montanuniversität Leoben ein Symposium statt, in welchem über die erzielten Leistungen berichtet und unter dem Motto „Zusammenarbeit Wirtschaft und Universitäten zur Standortsicherung“ der Blick in die Zukunft gerichtet wurde.

Der zu diesem Jubiläum von den Professoren Dr. Hubert Biedermann, Dr. Albert Oberhofer und Dr. Helmut Zsifkovits herausgegebene Jubiläums-Berichtsband gibt Auskunft über das gesamte Leistungsspektrum in Lehre, Forschung, Weiterbildung und Dienstleistung einschließlich der Leistungsträger. Wie Dr. H. Androsch, Vorsitzender des Universitätsrates, in seinem Vorwort ausführt, ist die vorliegende Chronik nicht nur ein Bericht über die Entwicklung und Forschung des jubelnden WBW, sondern auch Zeugnis eines Wandels in der Integration der Wirtschafts- und Betriebswissenschaften in die Technischen Universitäten und die Technikausbildung. Über fünf Jahrzehnte hinweg wird die Entwicklung einer Organisationseinheit und eines Wissensgebietes beschrieben, welche sich als eigenständiger Lehr- und Forschungsbereich etabliert haben.

Die 104 seitige broschiierte Dokumentation im Format 28 x 19,6 cm

ISBN 978-3-200-02995-8, ist im Eigenverlag des WBW, Wirtschafts- und Betriebswissenschaften an der Montanuniversität Leoben, 8700 Leoben, Franz-Josef-Straße 18, erschienen und kann zum Preis von € 15,00 bezogen werden.

Ein herzliches Glückauf zum Jubiläum und für eine weiterhin erfolgreiche Tätigkeit!

Aluminium-Guss

Grundlagen-Anwendungen-
Legierungen – Beispiele



Herausgegeben vom Bundesverband der Deutschen Gießereindustrie BDG im Giesserei Verlag GmbH, Düsseldorf, 2013, Hardcover, Format 16,5 x 24,5 cm, 256 Seiten mit zahlreichen

Abbn. u. Tab., Preis: Euro 38,50.

Giesserei Verlag GmbH, D-40042 Düsseldorf, Sohnstrasse 65, Tel.: +49 (0)211 69936 0, E-Mail: giesserei@stahleisen.de,

Seit Jahren wächst der Anteil an Bauteilen aus Aluminiumlegierungen kontinuierlich, was zu einem großen Teil durch den zunehmenden Einsatz in Fahrzeugen begründet ist. So werden hochbeanspruchte Bauteile im Antriebsstrang sowie in Fahrwerk und Karosserie aus Aluminium gefertigt. Durch Gewichtsreduzierung haben Leichtmetalle wesentlich zur Verminderung von Schadstoffemissionen und Brennstoffverbrauch beigetragen. Der außerordentlich erfolgreiche Einsatz von Aluminiumguss wurde durch das Zusammenwirken von Werkstoffentwicklungen, Verfahrensoptimierungen und konstruktiver Auslegung in Verbindung mit Simulations- und Berechnungsverfahren vorangetrieben. Durch Gießen ist eine nahezu uneingeschränkte Gestaltungsfreiheit möglich, wobei funktionsrelevante Details in einem Bauteil integriert werden können. Ein breites Spektrum an Legierungen ermöglicht zusätzlich individuelle Varianten von Werkstoffkennwerten für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete – von hochfest bis hochduktil.

Die aktuell überarbeitete 6. Ausgabe dieses Fachbuches *Aluminiumgusslegierungen* enthält in anschaulicher Form wichtige Informationen zu Fertigungsverfahren und Materialeigenschaften gängiger Al-Gusslegierungen. Diese sollen sowohl dem Verarbeiter als auch dem Anwender Denkanstoß und Hilfestellung sowohl im Tagesgeschäft als auch für zukünftige, weitere Innovationen liefern.

Das Buch im handlichen Format ist gleichermaßen als Nachschlagewerk wie für Lehr- und Schulungszwecke geeignet.

Aus dem Inhalt: Gusslegierungen u. deren Anwendungspotenzial / Gießverfahren / Schmelz-u. Warmhalteöfen sowie deren Energieverbrauch / Schmelzen u. Schmelzebehandlung / Kornfeinung u. Veredelung / Prüfmethoden für Al-Schmelzen / Vorgänge bei der Erstarrung / Einfluß der Legierungselemente u. Beimengungen / Qualitätssicherung u. Prüfmethode für Al-Gussstücke / Wärmebehandlung / Oberflächenbehandlung / Simulation von Gießprozessen/ Im Anhang eine Liste d. Al-Gusslegierungen.

Energie- und ressourceneffiziente Produktion von Aluminiumdruckguss



Von Christoph Herrmann, Helge Pries u. Götz Hartmann, (Hrsg.), Verlag Springer Vieweg, Berlin Okt. 2013, 433 S. mit 202 Abbn., davon 22 Abbn. in Farbe, Hardcover

ISBN: 978-3-642-39852-0, Preis € 102,79. Wird auch als eBook-Version ISBN 978-3-642-39853-7 erhältlich sein.

Die Aluminiumdruckgussbranche sieht sich einem sehr hohen Kostendruck durch hohe Energieintensität der Produktion sowie steigende Energie- und Rohstoffpreise ausgesetzt.

Im Verbundforschungsprojekt ProGress wurden gezielt Lösungen erarbeitet, um unternehmensübergreifend den Energie- und Ressourcenverbrauch signifikant zu senken. Die in der Praxis erprobten Lösungen

werden anhand von Fallbeispielen in der Wertschöpfungskette vorgestellt. Die Auswirkungen der vorgeschlagenen Maßnahmen in der Praxis können in einem ganzheitlichen Bewertungsansatz für Produktionsprozessketten verglichen werden.

- Ganzheitliche Analyse von Effizienzpotenzialen entlang der gesamten, fabrikübergreifenden Wertschöpfungskette
- Quantifizierte technologische und organisatorische Lösungen
- Energie- und Ressourceneffizienz von Prozess- bis Fabrikebene
- Methodenkompetenz für Nischen- und Großseriengießereien

Aus dem Inhalt:

Industrielle Produktion und Aluminiumdruckguss / Potenziale und Handlungsfelder / Handlungsfeld virtuelle Produkt-, Werkzeug- und Prozessgestaltung / Handlungsfeld Metallbereitstellung / Handlungsfeld Ofenkonzepte – Technologie und Organisation / Handlungsfeld Druckgießprozess – Gießzelle und Prozessparameter / Handlungsfeld Trenn- und Hilfsstoffe im Druckgießprozess / Handlungsfeld Wärmebehandlung / Handlungsfeld mechanische Bearbeitung / Handlungsfeld Planung, Organisation und Versorgung / Handlungsfeld Bewertung von Energie- und Ressourceneffizienz in industriellen Prozessketten.

Die Autoren u. Herausgeber:

Professor Dr.-Ing. Christoph Herrmann ist Universitätsprofessor für Nachhaltige Produktion und Life Cycle Engineering und Leiter des Instituts für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) der Technischen Universität Braunschweig. Seit 2009 leitet er die deutsch-australische Forschergruppe „Sustainable Manufacturing & Life Cycle Management“ gemeinsam mit Prof. Sami Kara, University of New South Wales, Sydney. Seine Forschungsprojekte umfassen u.a. die Unterstützung einer lebenszyklusorientierten Produktplanung und -entwicklung, Ökobilanzen, Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion, Planung von Demontage- und Recyclingsystemen sowie Methoden und Werkzeuge für ein ganzheitliches Life Cycle Management. Im Rahmen seiner Forschungstätigkeiten verantwortete Professor Herrmann die Gesamtprojektkoordination im Verbundforschungsprojekt ProGress.

Frau Dr.-Ing. Helge Pries ist Akademische Direktorin am Institut für

Füge- und Schweißtechnik der Technischen Universität Braunschweig. Sie leitet die Forschungsbereiche Leichtmetall-Druckguss sowie Werkstoffe & Analytik und war im BMBF Verbundforschungsprojekt für die Teilprojektleitung im Bereich Druckgussprozess verantwortlich. Forschungs- und Arbeitsschwerpunkte sind unter anderem das Schweißen und Kleben von Aluminium-Druckguss, die Standzeiten der Druckgießformen, Schadensanalysen für metallische Werkstoffe und die Schweißmetallurgie hochlegierter Werkstoffe. **Herr Dr.-Ing. Götz Hartmann** studierte und promovierte am Gießereinstitut der RWTH in Aachen. Die Simulation von Prozess- und Fertigungstechniken beschäftigt ihn seit über 25 Jahren: Zuerst am Gießereinstitut der RWTH, dann bei MAGMA in Aachen und Chicago, später bei Simulation Sciences in Mannheim. Seit 1998 ist er Prokurist bei MAGMA und seit 2006 Geschäftsführer der SIGMA in Aachen.

Gießvorgänge beim Kokillenguss von Al-Legierungen

Dr.-Ing. Dissertation von DI Marko Grzincic am Institut für Fertigungstechnik u. Qualitätssicherung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.



Shaker Verlag GmbH, 2013, D-52018 Aachen, PF 10 18 18, Tel.: +49 (0)2407 9596 0, E-Mail: info@shaker.de, www.shaker.de, Format DIN A4, 118 Seiten mit 117 Abb. und

6 Tab., 181 Literaturangaben. ISBN: 978-8440-1966-7, ISSN: 0945-0769.

Die 2002 verfasste Arbeit bezog sich auf die Herstellung von Al-Gussteilen mit Wandstärken von unter 3 mm mit guten mechanischen Eigenschaften und hoher Temperaturwechselbeständigkeit auch ohne Anwendung von Vakuum, Nachspeisung und weiteren prozesskostenerhöhenden Technologien.

Die Untersuchungen wurden an einem hochbeanspruchten Gussteil der Automobilindustrie, einem Zylinderkopf, durchgeführt mit dem Ziel, den Ausschussanteil deutlich zu reduzieren.

Die wesentlichen Gussfehler wurden analysiert und deren Ursachen ermittelt. Zur Porositätsbewertung konnte eine Methode der Bildverarbeitung entwickelt werden. Beim Entwurf des Gießsystems hat sich der Kopfguss gegenüber dem Bodenguss als vorteilhaft erwiesen.

Das Gießen von dichten Teilen mit sehr geringer Wandstärke erfordert eine hervorragende Schmelzequalität. In der Arbeit wurden technologische Maßnahmen ausgearbeitet, die eine Qualitätsminderung beim Schmelzetransport verhindern; das sind Anforderungen an die Gussroboterprogrammierung sowie eine neue Gießlöf- und Gießtumpelgeometrie.

Der wirtschaftliche Wert der Arbeit konnte in der Praxis bestätigt werden: Die vorgeschlagenen technologischen Maßnahmen haben zu einer deutlichen Reduktion der Ausschussrate bei einem Serienzylinderkopf geführt. Die interne Ausschussrate konnte auf 0,9 %, die externe auf 0,3 % abgesenkt werden.

Die Ergebnisse der Arbeit sind auf weitere anspruchsvolle Gussteile (zB Zylinderkurbelgehäuse u.a.) übertragbar.

DIN-Taschenbuch 404/1 – Stahl und Eisen – Gütenormen 4/1 [NEU]

Maschinenbau/Werkzeugbau – Maschinenbaustahl für allgemeine u. besondere Verwendung



Herausgeber: DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH Berlin – Wien – Zürich, D-10787 Berlin, Am DIN-Platz, Burggrafenstraße 6, Tel.: +49 (0)30

2601 0, E-Mail: info@beuth.de, www.beuth.de.

Aufgrund zahlreicher neuer und überarbeiteter Normen wurde der Inhalt des ehemaligen DIN-Taschenbuchs 404 inhaltlich neu sortiert und auf zwei Bände aufgeteilt.

Das DIN-Taschenbuch 404/1 umfasst jetzt die Anforderungen und Technischen Lieferbedingungen für Maschinenbaustahl für allgemeine und besondere Verwendung. Insgesamt enthält der neue Teilungsband 1 jetzt 37 DIN-EN- und DIN-EN-ISO-

Normen für die allgemeine und besondere Verwendung von Maschinenbaustahl. Allein 12 dieser Dokumente wurden gegenüber der Vorgängerauflage erstmals neu, fünf Dokumente in überarbeiteter Fassung aufgenommen.

DIN-Taschenbuch 404/1, Ausgabedatum Sept. 2013, 1. Auflage, 676 Seiten, A5, broschiert, Preis Buch bzw. E-Book je Euro 163,00, ISBN: 978-3-410-23924-6, ISBN (E-Book): 978-3-410-23925-3.

DIN-Taschenbuch 404/2 – Stahl und Eisen – Gütenormen 4/2 [NEU]



Im neuen Teilungsband 2 finden sich jetzt die Normungsunterlagen für Präzisionsstahlrohre, Werkzeugstahl und Stahlguss.

DIN-Taschenbuch 404/2, Ausgabedatum Sept. 2013, 1. Auflage, 490 Seiten, A5, broschiert, Preis Buch bzw. E-Book je Euro 118,00, ISBN: 978-3-410-23927-7, ISBN (E-Book): 978-3-410-23928-4.

Mit dieser Normensammlung erhalten Maschinenbauer, Werkzeughersteller und Stahlindustrie den aktuellen Stand der Technik.

Einführung in die Festkörperphysik

Von Dr. Philip Hofmann (Liverpool), übersetzt aus dem Englischen von Micaela Krieger-Hauwede



1. Auflage Juli 2013, Softcover, 244 Seiten, 100 Abbn., Lehrbuch, ISBN 978-3-527-41226-6, Verlag Wiley-VCH GmbH & Co. KGaA, D-69469 Weinheim, Boschstr. 12, Preis: 29,90 Euro inkl. Mehrwertsteuer zzgl. Versandkosten.

Eine kompakte Einführung, die wichtige Themen wie Halbleiter, Magnetismus und Supraleitung abdeckt und auch auf moderne Nanostrukturen eingeht. Ideal für einen

Kurs in Festkörperphysik für Studenten der Physik, Material- und Ingenieurwissenschaften.

Aus dem Inhalt:

Chemische Bindung in Festkörpern / Kristallstrukturen / Mechanische Eigenschaften von Festkörpern / Thermische Eigenschaften des Gitters / Elektronische Eigenschaften von Metallen: Klassische Betrachtung bzw. Quantenmechanische Herangehensweise / Halbleiter / Magnetismus / Dielektrika / Supraleitung / Endliche Festkörper und Nanostrukturen / Anhang / Literatur

Industrielle Anorganische Chemie

Von Prof. Dr. Martin Bertau, Prof. Dr. Armin Müller, Dr. Peter Fröhlich u. Dr. Michael Katzberg



4., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage 2013. XXV, 700 Seiten, 150 Abbn., Hardcover. ISBN 978-3-527-33019-5, Preis € 139,00, Verlag Wiley-VCH GmbH & Co. KGaA, D-69469 Weinheim, Boschstraße 12.

Das Buch gilt als Standardwerk zum Thema. In die 4. Auflage neu aufgenommen wurden u. a. Verfahren mit Bedeutung für Brennstoffzellen, Batterien oder weitere Energiesysteme und das so wichtige Thema „Nachhaltigkeit in der Chemie“.

Übersichtlich und präzise – so präsentieren die vier Autoren – alle von der TU Bergakademie Freiberg – den Themenbereich und bieten eine aktuelle Bestandsaufnahme der industriellen anorganischen Chemie. Der Überblick über Herstellungsverfahren, die wirtschaftliche Bedeutung und Verwendung der Produkte sowie über die ökologischen Konsequenzen ist bestens strukturiert und umfassend. Das Buch überzeugt durch die Verbindung von Theorie, Praxis und Marktinformation und nicht zuletzt durch die hervorragende didaktische Umsetzung des Stoffes. Es ist für Studierende der Chemie, Ingenieure, Anorganiker, Chemiker, Verfahrenstechniker und Industriechemiker rundum zu empfehlen. Für das schnelle Nachschlagen im Berufsalltag sind die Randspalte mit der He-

rausstellung der wichtigsten Fakten und Daten sowie die im fortlaufenden Text hervorgehobenen Reaktionsgleichungen ideal.

Technische Chemie

Von M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken, K.-O. Hinrichsen und Regina Palkovits



2. Auflage August 2013. XX, 730 Seiten, 550 Abbn., Hardcover, Verlag Wiley-VCH GmbH & Co. KGaA, D-69469 Weinheim, Boschstraße 12, ISBN 978-3-527-33072-0, € 85,-

Alle wichtigen Bereiche der Technischen Chemie werden in diesem umfassenden Lehrbuch didaktisch, experimentell ausgewogen und anwendungsorientiert äußerst gelungen dargestellt: chemische Reaktionstechnik, Grundoperationen, Verfahrensentwicklung sowie chemische Prozesse.

Aus dem Inhalt:

Teil I: Einführung in die Technische Chemie: Chem. Prozesse u. chem. Industrie / Charakterisierung chem. Produktionsverfahren / Katalyse als Schlüsseltechnologie
Teil II: Chemische Reaktionstechnik: Grundlagen / Kinetik chem. Reaktionen / Chem. Reaktoren u. deren reaktionstechnische Modellierung / Auswahl u. Auslegung chem. Reaktoren
Teil III: Grundoperationen: Thermodynamische Grundlagen f.d. Berechnung v. Phasengleichgewichten / Auslegung thermischer Trennverfahren / Mechanische Grundoperationen
Teil IV: Verfahrensentwicklung: Gesichtspunkte der Verfahrensauswahl / Verfahrensgrundlagen / Wirtschaftlichkeit v. Verfahren u. Produktionsanlagen / Planung u. Bau v. Anlagen
Teil V: Chemische Prozesse: Organische Rohstoffe / Organische Grundchemikalien / Organische Zwischenprodukte / Anorganische Grund- u. Massenprodukte / Chemische Endprodukte
Tabellenanhang und Stichwortverzeichnis

Oberflächentechnik für den Maschinenbau

Von Prof. Dr.-Ing. Kirsten Bobzin (RWTH Aachen)



1. Auflage Mai 2013, XXII, 440 Seiten, 265 Abbn., 87 Tab., Softcover, Verlag Wiley-VCH GmbH & Co. KGaA, D-69469 Weinheim, Boschstr. 12, ISBN 978-3-527-33018-8, € 69,00.

Das erste grundlegende, deutschsprachige Lehrbuch, das die Oberflächentechniken, die im Maschinenbau Anwendung finden, mit Verfahren und Beanspruchungen so detailliert und didaktisch behandelt.

Jedes Verfahren wird hinsichtlich Beschichtungsprozess, Anlagentechnik, Schichtwerkstoffen, typischen Schichtdicken und Beschichtungstemperaturen beschrieben und an Hand von Anwendungsbeispielen vorgestellt. Wesentliches Element der Oberflächentechnik ist die Kombination unterschiedlicher Werkstoffe oder Werkstoffeigenschaften, um Volumen- und Oberflächeneigenschaften getrennt voneinander entsprechend der Anwendung optimieren zu können.

Daher ist abschließend eine kurze Einteilung wichtiger Werkstoffe gegeben. Die Kombination aus Tribologie, Korrosion, Verfahren der Oberflächentechnik und Werkstoffkunde ermöglicht eine strukturierte Herangehensweise bei der Auslegung von Oberflächen.

Aus dem Inhalt: Einführung in die Oberflächentechnik / Tribologie / Korrosion / Elektrochemische Metallabscheidung / Konversionsverfahren / Thermochemische Diffusionsverfahren / Physical Vapor Deposition (PVD) / Chemical Vapor Deposition (CVD) / Sol-Gel-Deposition / Schmelztauchverfahren / Thermisches Spritzen / Löten / Auftragsschweißen / Plattieren / Werkstoffe

Oliver Wyman Analysen (www.oliverwyman.de)

Strukturwandel 2.0:

Schmaler Grat für mittelständische Zulieferer (31. 7. 2013)

Oliver Wyman-Analyse zur Automobilzulieferindustrie

Die Automobilindustrie steht in den kommenden Jahren vor enormen He-

rausforderungen. Im Sog des anstehenden Wachstums haben OEMs wie Zulieferer die nächste Welle des Strukturwandels zu bewältigen. Dieser eröffnet zwar neue Chancen, erfordert aber auch immense Investitionen. Schon heute sind die finanziellen Spielräume vieler Supplier begrenzt – nicht zuletzt aufgrund niedriger Profitabilität und von zunehmend anspruchsvolleren Kapitalgebern. Gerade die klassischen mittelständischen Automobilzulieferer wandeln daher auf einem schmalen Grat. Wollen sie den Strukturwandel 2.0 und die damit verbundenen Kosten stemmen, müssen sie vor allem an ihrer strategischen Ausrichtung und operativen Exzellenz arbeiten und so ihre Profitabilität und Kreditwürdigkeit sicherstellen. Dies sind Ergebnisse der Oliver Wyman-Analyse zu den Folgen des Strukturwandels für die Zulieferindustrie.

Globale Automobilindustrie bleibt langfristig Wachstumsmarkt (29.08.2013)

„State of the Automotive Industry 2013“ von Oliver Wyman

Die weltweite Automobilindustrie verändert sich nachhaltig und wird dies auch in den kommenden Jahren tun. Internationalisierung, Kostendruck, Zyklizität und die Verschiebung des klassischen Autogeschäfts in Richtung intelligenter Serviceangebote durch neue Mobilitätstrends bringen alle OEMs in Zugzwang. Es gilt, Marktpotenziale konsequent zu erschließen, Kosten zu senken, flexibler auf konjunkturelle Schwankungen zu reagieren und die Schnittstelle zum Kunden langfristig abzusichern. Zugleich droht ein Nachlassen des Wirtschaftsbooms in China. Dennoch zögern viele Autobauer, ihre Geschäftsmodelle konsequent anzupassen. Sie haben eine Reihe von Hausaufgaben zu erledigen, um für die Zukunft optimal aufgestellt zu sein. Dies sind Ergebnisse der Oliver Wyman-Untersuchung „State of the Automotive Industry 2013“.

Die Geschichte des Härtens – The History of Hardening

Von Prof.em. Dr.-Ing. Hans Berns

Herausgeber Härterei Gerster AG, CH-4622 Egerkingen, Güterstrasse 3, Tel.: +41 (0)62 388 70 00, Fax: +41 (0)62 398 31 12, E-Mail: gersterag@

gerster.ch, www.gerster.ch, Hardcover, Format 15,6x24,5 cm, 72 Seiten, deutsche Aufl. 2002, englische Ausgabe 2013. Preis: CHF 36.00 / Euro 29.00 (exkl. MWST und Versandkosten)



Die strategische Bedeutung harter Werkzeuge und Waffen wurde schon in vorchristlicher Zeit erkannt. Die geheimnisvolle Erzeugung hoher Härte durch Abschrecken von Rotglut war lange von Aberglauben umwoben und selbst dem erfahrenen Meister ein Rätsel. Wie konnte sich aber die Wärmebehandlung trotz ihrer anfänglichen Unzulänglichkeiten zu einem bedeutenden Wirtschaftszweig entwickeln? Dieser Frage widmet sich dieses Büchlein, welches im Auftrag der Härterei Gerster AG durch den Autor, Prof. Dr.-Ing. Hans Berns, geschrieben wurde. Der Beginn liegt in der vorchristlichen Epoche mit der Herstellung von Eisenschwamm in einem Rennherd und seines Aufkohlens als grundlegende Voraussetzung für das Härten. Im Zeitalter der Moderne hingegen musste der hohe Kohlenstoffgehalt des Roheisens mühsam auf ein Niveau reduziert werden, der das Schmieden und Härten ermöglichte.

Erst mit der Erfindung des Baustahles 1856 und der nachfolgenden stürmischen Entwicklung der Stahlproduktion und der Legierungstechnik begann an der Schwelle zum 20. Jahrhundert die moderne Härtereitechnik. Zum handwerklichen Erfahrungsschatz trat die wissenschaftliche Erkenntnis. Die bekannten Härteverfahren wurden besser beherrscht und durch neue, wie zB das induktive Randschichthärten mit Mehrfrequenztechnik, Laserhärten u.a. ergänzt. Die Entwicklung schreitet fort und steckt voll neuer Ansätze; diese reichen von Energie- u. Umweltaspekten über die Prozesstechnik und die Verzugskontrolle bis zur numerischen Simulation des Härtegeschehens.

Österreich 2050 – Fit für die Zukunft

Rat für Forschung und Technologieentwicklung (Hrsg.), Verlag Holzhausen

sen GmbH, 1110 Wien, Leberstraße 122, www.verlagholzhausen.at, Tel.: +43 (0)1 74095 452, E-Mail: office@verlagholzhausen.at Hardcover | 21 x 24 cm | 272 Seiten | EUR 17,30 | ISBN: 978-3-902868-92-3 | www.oesterreich2050.at



Wie könnte bzw. sollte Österreich im Jahr 2050 aussehen? Welchen Einfluss werden die bereits jetzt erkennbaren globalen politischen Trends und Entwicklungen haben? Welche Möglichkeiten und Chancen eröffnen sich dadurch, und welche Risiken und Probleme könnte es geben? Und schließlich: Welche Rolle spielen hierbei Bildung, Wissenschaft, Forschung und Innovation? Das Buch „Österreich 2050“ versucht, Antworten auf diese Fragen zu finden. Namhafte Expertinnen und Experten aus unterschiedlichsten Themengebieten – darunter Bildung, Wissenschaft und Forschung, Demografie, Migration, Umwelt und Klimawandel, globale Entwicklungen u. v. m. – unterbreiten ihre Vorschläge zur Gestaltung der Zukunft und stellen diese damit zur Diskussion. Ziel aller Beiträge ist es, in unserer Zeit des beschleunigten Wandels und dem daraus erwachsenden Gefühl der Unsicherheit neue Orientierung zu gewinnen und den Mut zum Handeln wieder zu finden.

Aus dem Inhalt: Vorwort, Einleitung / Reformstau in Österreich – mit besonderem Schwerpunkt in Bildungs- und Forschungspolitik / Bildung / Wissenschaft, Forschung, Innovation / Generationen (Demografie, Soziales, Pensionen) / Reform (Verfassung, Verwaltung, Föderalismus) / Staatsausgaben und Steuern / Energie, Umwelt und Klimawandel / Foresight und allg., globale Entwicklungen / Zusammenfassung und Ausblick.

AutorInnen der Beiträge: Karl Aiginger, Hannes Androsch, Brigitte Bach, Othmar Commenda, Johannes Gardner, Ludovit Garzik, Wilhelm Geiger,

Andreas Gemes, Thiemo Gropp, Christian Keuschnigg, Christoph Kratky, Hannes Leo, Elke Loichinger, Wolfgang Lutz, Bernd Marin, Konrad Mitschka, Rainer Münz, Theo Öhlinger, Konrad Osterwalder, Anton Peilinka, Stefan Punz, Gerhard Reitschuler, Bettina Ruttensteiner-Poller, Bernd Schilcher, Walter Schneider, Peter Schwab, Peter Skalicky, Christiane Spiel, Klaus Unterberger, Jouni Välijärvi, Marion Weissenberger-Eibl, Gabriele Zuna-Kratky.

Wirtschaftsbericht Österreich 2012/2013

Der jährliche Wirtschaftsbericht Österreich bietet eine Zusammenschau der wirtschaftlichen Entwicklung, der künftigen Ziele und der vergangenen Schwerpunkte der wirtschaftspolitischen Aktivitäten der Bundesregierung. Im Wirtschaftsbericht 2012/2013, wird auf 152 Seiten



(inkl. 24 Tabellen), Format DIN A4, den wirtschaftspolitischen Vorhaben der Regierung viel Raum gewidmet. Zentraler Aspekt des diesjährigen Wirtschafts-

berichts ist die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit, um damit Beschäftigung und Wachstum zu sichern.

Der Wirtschaftsbericht Österreich wird vom Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend in Zusammenarbeit mit allen Bundesressorts, insbesondere mit dem Bundesministerium für Finanzen, erstellt. Beiträge kommen auch von Wirtschaftsforschungsinstituten und dem Institut für Höhere Studien, von Europäischer Kommission und OECD, sowie von namhaften österreichischen Ökonomen und Ökonomeninnen. Die Redaktion liegt beim Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend.

Der Wirtschaftsbericht Österreich 2012/2013 wurde am 10. Juli 2013 in der Aula der Wissenschaften von Bundesministerin Maria Fekter, Bundesministerin Doris Bures, Bundesminister Rudolf Hundstorfer und Bundesminister Reinhold Mitterlehner präsentiert.

Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Stubenring 1, 1010 Wien, www.bmwfj.gv.at. Ein PDF mit 3 MB kann von der Internetseite heruntergeladen werden.

Das Ende der Bequemlichkeit

7 Thesen von Dr. Hannes Androsch (Vizekanzler und Finanzminister a.D.) zur Zukunft Österreichs

Christian Brandstätter Verlag GmbH & Co KG., 1. Auflage. 2013, A-1080 Wien, Wickenburggasse 26, Tel.: +43 (0)1 512 1543 0, E-Mail: info@cbv.at, www.cbv.at, Hardcover, Format 13,5 x 21 cm, 144 Seiten, ISBN: 978-3-85033-753-3, Preis: 19,90.



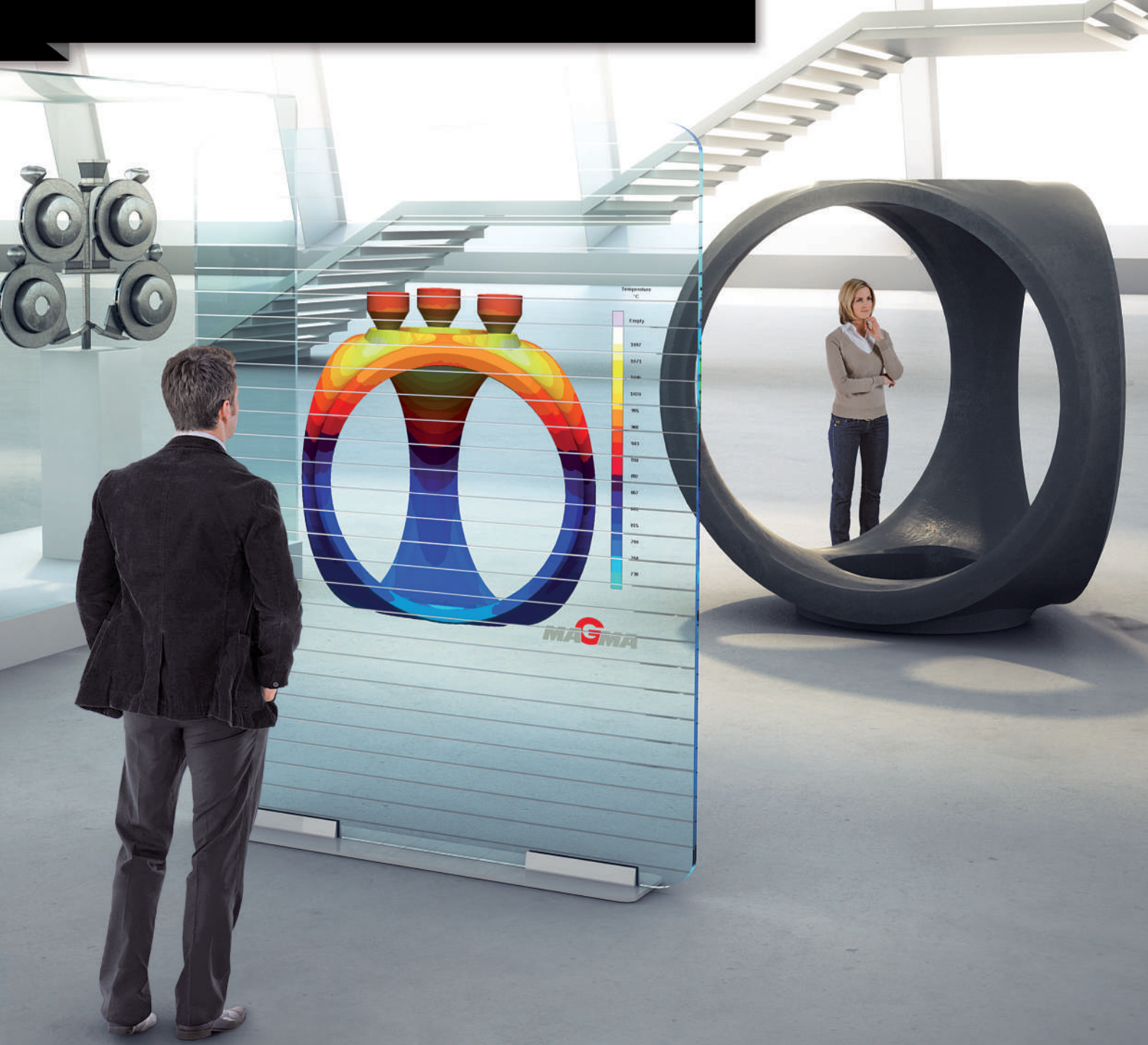
Österreich hat seit 1945 eine unglaubliche Erfolgsstory hingelegt und ist bisher besser durch die Krise gekommen als die meisten anderen Länder. Doch diese Erfolgsstory schreibt sich

nicht von selbst fort. Bequemlichkeit, Reformmüdigkeit und mangelnder Leistungswille drohen das Land zurückfallen zu lassen, schreibt Hannes Androsch.

Der frühere Finanzminister belässt es nicht bei der Diagnose des Status Quo. Er beschäftigt sich mit den großen Linien der österreichischen Identitäts-Geschichte und bringt jene Kräfte zum Vorschein, die im Land seit Jahrhunderten bremsend fortwirken: Von der überbordenden Liebe zum Landesfürsten bis hin zum notorisch schwierigen Umgang Österreichs mit seinen herausragendsten Köpfen.

Aufbauend auf einer wechselvollen und facettenreichen Vergangenheit stellt Androsch sieben Thesen zur Zukunft des Landes auf. Und diese Zukunft ist untrennbar verbunden mit jener Europas: Warum der europäische Wohlfahrtsstaat reformiert werden muss, wie den neuen Polit-Populisten des Kontinents das Wasser abgegraben werden kann und was ein Europa ohne Euro bedeuten würde, sind deshalb Schlüsselpassagen dieser streitbaren Schrift.

WISSEN WAS LÄUFT !



Durchblick schaffen, Prozesse verstehen und sicher vorausberechnen können. Simulation schafft Transparenz, fördert das Verständnis und liefert Ihnen so die Grundlage für gute Entscheidungen.

Mit berechenbarer Gussteilqualität gewinnen Sie das Vertrauen Ihrer Kunden und stärken die Zusammenarbeit nachhaltig.

MAGMA GmbH
Kackertstraße 11
D-52072 Aachen
Telefon +49 241 88 901-0
Fax +49 241 88 901-60
info@magmasoft.de
www.magmasoft.de

MAGMA
Committed to Casting Excellence