

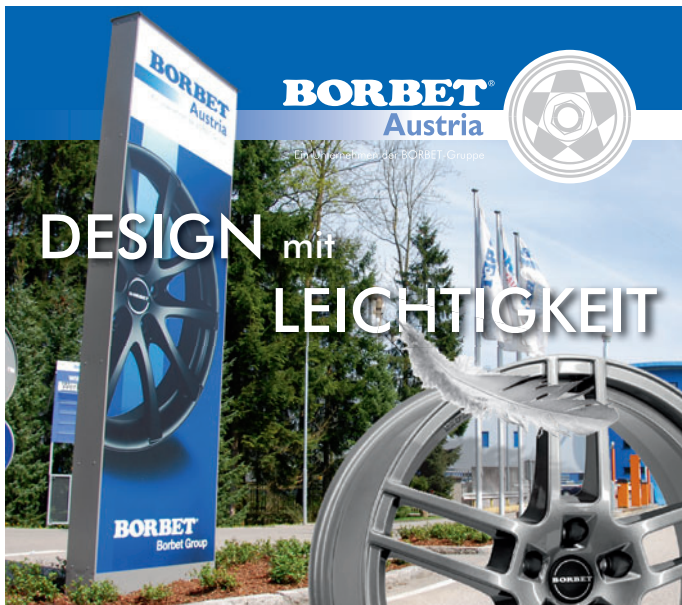
# Giesserei Rundschau



Lösungen aus duktilem Guss

**DUKTUS**





**BORBET**  
Austria

DESIGN mit  
LEICHTIGKEIT

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

**BORBET**  
Borbet Group

**INNOVATIVER PARTNER der AUTOMOBILINDUSTRIE**

## Das nächste Heft der GIESSEREI RUNDSCHAU

Nr. 11/12

erscheint am

10. Dezember 2012

zum Thema:

**„Eisen-  
und Stahlguss“**

Redaktionsschluss:

9. November 2012

## Ebbinghaus Verbund – alles außer oberflächlich!

Der Ebbinghaus Verbund hat den Begriff „Full Service“ zum Prinzip erklärt. Profitieren Sie von unserer Erfahrung und unserem Know-how. Wir präsentieren Ihnen ein lückenloses Leistungsspektrum rund um den Oberflächenschutz und im Bereich Management und Verwaltung. Wir planen und betreiben Lackierwerke dort, wo sie benötigt werden: vor Ort. Wir lasten diese neuen Beschichtungsanlagen zusätzlich mit Lohnbeschichtungsaufträgen aus und nutzen die Synergie-Effekte zwischen kostenoptimierten Prozessen und bedarfsgerechten Oberflächen.

Kooperationen sind unsere Profession: Nutzen Sie unsere langjährige Erfahrung in industriellen Betreibermodellen.

Die 2004 gegründete Ebbinghaus Styria Coating GmbH mit Sitz in Graz bietet sowohl KTL als auch Nasslackierung an. Wie in allen Werken des Ebbinghaus Verbundes steht auch hier höchste Qualität und Termintreue an oberster Stelle. Die räumliche Nähe zu unseren Kunden und das neuartige, ganzheitliche Logistikkonzept unterstützen unser Angebot, kostengünstig Oberflächen auf dem modernsten Stand zu beschichten.

Ebbinghaus Styria Coating GmbH  
Puntigamer Straße 127, A-8055 Graz  
Telefon +43 316 243160-0, Telefax +43 316 243160-411  
[www.ebbinghaus.at](http://www.ebbinghaus.at)

Ebbinghaus Styria Coating ist ein Unternehmen im Ebbinghaus Verbund.

**EBBINGHAUS**  
STYRIA COATING



## 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 Schindlbacher  
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

### Wir sind DUKTUS!

Die Duktus Gruppe entwickelt, produziert und ver-  
marktet hochwertige Systeme aus duktilem Guss  
für den Wassertransport und die Tiefgründung von  
Bauwerken.

An den zwei Produktionsstandorten in Hall, Öster-  
reich und Wetzlar, Deutschland, sowie in Vertriebs-  
tochtergesellschaften in Europa und im Mittleren  
Osten beschäftigen wir mehr als 500 Mitarbeiter.  
Duktus gehört zu den größten europäischen An-  
bietern von Rohrsystemen aus duktilem Guss.

Die nachhaltigen Eigenschaften des duktilen Guss-  
eisens, innovative Produkttechnologien sowie pro-  
fessionelle Kompetenz in den Anwendungsberei-  
chen unserer Kunden machen uns zum führenden  
Problemlöser in der Wasserwirtschaft und im Tief-  
bau.

[www.duktus.com](http://www.duktus.com)



### BEITRÄGE

**238**

➡ **Numerische Simulation des Schleuder-  
giessens von Rohren mit Flow3D**

➡ **Ermittlung der mechanischen Eigenschaften  
eines Al-Strukturbauteils**

➡ **Praktischer Einsatz der Kernsimulation  
zur Prozessoptimierung**

➡ **Mit Hilfe der digitalen Fabrik  
die Produktivität optimieren**

### TAGUNGEN/ SEMINARE/MESSEN

**256**

Rückblick auf die 52. Slow. Gießereitagung Portoroz  
Veranstaltungskalender

### AKTUELLES

**260**

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

### VÖG-VEREINS- NACHRICHTEN

**280**

Vereinsnachrichten  
Personalia

# Numerische Simulation des Schleudergießens von Rohren mit Flow3D

*Numerical Simulation of Centrifugal Casting of Pipes with Flow3D*

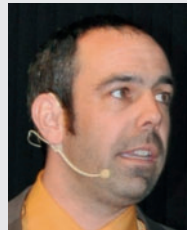


**Dipl.-Ing. Dr. techn. Erhard Kaschnitz,**

Nach Studium der Technischen Physik an der TU Graz Forschungsjahr am National Institute of Standards and Technology (NIST) in Gaithersburg, MD, USA. Seit 1994 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Österreichischen Gießerei-Institut Leoben, verantwortlich für die Arbeitsgruppen Simulation, Thermophysik und Computertomographie.

**Dipl.-Ing. Harald Tschenett,**

begann nach dem Studium Hüttenwesen (Metallurgie) an der Montanuniversität Leoben seine berufliche Laufbahn 2000 bei der damaligen TRM AG – heute Duktus Tiroler Rohrsysteme GmbH. Seit 2008 leitet H. Tschenett die gesamte Rohrproduktion, nachdem er zwischenzeitlich bereits für den Schmelzbetrieb verantwortlich war.



**Dipl.-Ing. Roland Satlow,**

studierte Metallurgie (Gießereikunde und Energie und Umwelttechnik) an der Montanuniversität in Leoben. Als Assistent der Produktionsleitung begann er 2009 seine berufliche Laufbahn bei Duktus Tiroler Rohrsysteme GmbH in Hall in Tirol und leitet dort seit 2011 die Qualitätssicherung.



**Schlüsselwörter:** Erstarrungssimulation Rohr-Schleuderguss, de Lavaud-Verfahren, Flow3D-Anwendung

Mit dem kommerziellen Softwarepaket Flow3D wurde ein numerisches Modell entwickelt, mit dem der horizontale Schleudergießprozess zur Herstellung von Rohren nach dem „de Lavaud“-Verfahren simuliert werden kann. Zusätzlich zur üblichen Berechnung von Temperatur-, Geschwindigkeits- und Druckverteilungen in der Schmelze berücksichtigt das Modell die relativ schnelle Rotation und die langsamere axiale Bewegung der Kokille. Der Zufluss des Eisens über ein festes Rinnenstück ist zeitabhängig. Starken Einfluss haben die Reibung zwischen Kokille und Schmelze sowie die Viskosität und Turbulenz des Eisens. Daher wurden Experimente mit einem Kokillenstück mit einstellbarer, geregelter Drehzahl durchgeführt und dabei die Schmelze- bzw. Flüssigkeitsbewegung mit einer Hochgeschwindigkeitskamera gefilmt. Aus diesen Messungen wurden geeignete Reibungskoeffizienten zwischen Kokille und Schmelze abgeleitet. Der Einfluss von typischen Prozessparametern (Schmelzezufuhr, Kokillenbewegung, Schmelztemperatur, Kühlung usw.) auf die Wandstärkenverteilung des erstarrten Rohres kann mit diesem Simulationsmodell untersucht werden. Der Vergleich von gemessenen und simulierten Wandstärkenverteilungen zeigt eine gute Übereinstimmung.

## 1. Einleitung

Duktile Gusseisenrohre zur Wasserver- und -entsorgung sowie zur Tiefgründung von Bauwerken werden üblicherweise im horizontalen Schleuderguss nach dem „de Lavaud“-Verfahren hergestellt. Das flüssige Eisen rinnt dabei über eine nahezu unbewegliche, offene Rinne in eine leicht geneigte, schnell rotierende Kokille aus Warmarbeitsstahl, die an der Außenseite wassergekühlt ist. Zur gleichmäßigen Verteilung der Schmelze wird die rotierende Kokille in einer gesteuerten Axialbewegung über die Rinne weitergezogen. Nach dem Versiegen des Schmelzestroms wird weitergeschleudert, bis das Eisen entsprechend abgekühlt ist und eine geeignete Festigkeit zur Entnahme aufgebaut hat.

Die numerische Beschreibung dieses Prozesses ist schwierig, in der Fachliteratur wurde kein Beitrag einer anderen Arbeitsgruppe zur Simulation des „de-Lavaud“-Prozesses gefunden [1]. Einige Fachartikel beschreiben den etwas einfacheren vertikalen bzw. den horizontalen stationären Prozess [2–9]. Folgende Effekte erschweren die Formfüllungs- und Erstarrungssimulation von Gusseisenrohren:

- die Rotation der Kokille mit hoher Drehzahl
- die zeitabhängige, relativ langsame axiale Bewegung in Achsenrichtung
- der zeitabhängige Füllstrom des Eisens
- die Reibung zwischen Schmelze und Kokilleninnenwand, sowie
- die Turbulenz und die Viskosität des Eisens.

Zusätzlich ist das Verhältnis zwischen der Länge des Rohres (mehrere Meter) und seiner Wandstärke (im Millimeterbereich) für die Simulation äußerst ungünstig und führt trotz Übergangs auf ein Zylinderkoordinatensystem zu entsprechend großen Rechennetzen.

Ziel dieses Simulationsprojekts ist die Vorhersage der Wandstärkenverteilung in Gusseisenrohren in Abhängigkeit der Prozessparameter. Mit dem Softwarepaket Flow3D konnte nach einigen Adaptierungen und der Überwindung von numerischen Instabilitäten ein realitätsnahes Modell entwickelt werden. Diese Arbeit zeigt die prinzipiellen Lösungsansätze auf, stellt Experimente zur Validierung vor und präsentiert Beispiele von Ergebnissen der Simulationen.

## 2. Simulationsmodell

Die Geometrie des Modells besteht aus einer Kokille aus Warmarbeitsstahl und einem Verschlusskern, der im Coldboxverfahren hergestellt wird (**Bild 1**). Die oben offene, fest stehende Rinne reicht fast zur vollen Länge in die Kokille hinein, die (in der Realität rotierende) Kokille wird mit dem Kern axial bewegt. Die Außenseite der Kokille ist wassergekühlt, hier wird der Hauptteil der Wärme abgezogen. Im Inneren der Kokille ist Luft, hier findet vergleichsweise geringer Wärmetransport statt.

Die Kokille und der Kern sind annähernd zylindersymmetrisch. Da die Schmelze den größten Teil der Gieß-



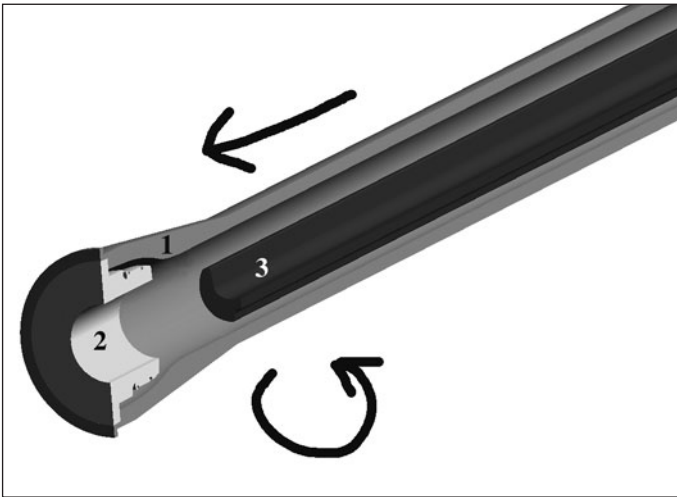


Bild 1: Schnitt durch den vorderen Teil der Modellgeometrie (1, Kokille; 2, Kern; 3, Rinne). Die Pfeile bezeichnen die Richtung der Bewegung von Kokille und Kern.

zeit der Innenkontur der Kokille folgt, wurde ein Zylinderkoordinatensystem zur Beschreibung genutzt. In einem gängigen kartesischen Koordinatensystem würde die Schmelze in vier Bereichen der Bewegung entlang des Umfangs jeweils unter dem sehr ungünstigen Winkel von 45 Grad in Bezug auf das Rechnetz strömen, dies wird durch das Zylinderkoordinatensystem vermieden.

Das Rechnetz ist entlang der leichten Neigung der Kokille (sie ist axial nicht genau waagrecht) ausgerichtet. Der Schwerkraftvektor wird dazu mitgeneigt, das bedeutet, er wird in zwei Komponenten senkrecht und in Achsenrichtung aufgespalten. In Flow3D wird diese Definition des Schwerkraftvektors in Zylinderkoordinaten unter Zuhilfenahme des „Non-inertial-reference-frame“-Modells umgesetzt [10].

Die relativ langsame, zeitgesteuerte Bewegung der Kokille und des Kerns wird mit dem „General-moving-obstacles“-Modell von Flow3D modelliert. Dieses Modell „zieht“ Kokille und Kern entsprechend der definierten Axialbewegung durch das Rechnetz. Damit werden Rechenzellen entsprechend der Kokillen- und Kernbewegung zusätzlich abgedeckt (oder freigegeben). In die zu berechnenden Erhaltungsgleichungen werden zusätzliche Quellterme für Masse, Impuls und Energie eingeführt; diese kompensieren in der Umgebung von Zellen, die gerade abgedeckt (oder freigegeben) werden die zusätzlich gewonnenen (oder verlorenen) Komponenten von Massen, Impuls und Energie [10].

Diese Methode funktioniert sehr gut für die Axialbewegung; für die (sehr schnelle) Rotationsbewegung der Kokille führt dieser Rechenansatz jedoch zu extremen Rechenzeiten von Monaten oder Jahren, da das Zeitinkrement zwischen zwei Rechenschritten sehr klein wird. Daher wurde ein anderer Ansatz verwendet, das sogenannte „Ospin“-Modell von Flow3D. Dabei rotiert die Kokille (bzw. der Kern) nicht selbst, aber das Modell überträgt den Impuls der rotierenden Kokille als Scherkraft an den Kontaktflächen zur Schmelze. Dieser Sachverhalt ist mit einem Ringelspiel für Kinder vergleichbar, wenn eine (außenstehende) ruhende Person das Kind in Drehbewegung versetzt. Da die Kühlsituation der Anordnung rotations-symmetrisch ist, kann dieser Ansatz einer „stehenden“ Kokille verwendet werden.

Die Rekonstruktion der freien Oberfläche der Schmelze berechnet Flow3D mit dem „Volume-of-fluid“-Algorithmus (VOF). Jedoch stoppt Flow3D die Berechnung der Bewegung, sobald eine Zelle vollständig erstarrt ist. Daher wird im Rechenmodell eine Zelle, sobald sie erstarrt ist, auf einer künstlichen Schraubenbewegung weitergeführt, die der vorgegebenen Drehzahl und Axialbewegung entspricht.

Die simulierten Rohre haben eine Wandstärke von etwa 5 bis 10 Millimeter und sind 5 bis 6 Meter lang. Auch mit relativ groben Netzunterteilungen werden große Netze erzeugt, die recht lange rechnen (zwei bis drei Wochen). Besonderer Bedacht wurde auf die Turbulenzmodellierung und die Stärke der Scherspannung, die von der Kokille auf die Schmelze übertragen wird, gelegt. Die Transportgleichungen der turbulenten Energie und Dissipation (k-epsilon-Modell) wurden mittels RNG-Methode gelöst. Der Einfluss der Scherspannung zwischen Wand und Schmelze wird über einen angepassten Reibungsfaktor gesteuert. Dieser Anpassungsfaktor wurde in Experimenten erarbeitet [11].

### 3. Experimente

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde am ÖGI eine Experimentiereinrichtung aufgebaut [11]. Sie besteht aus einem Kokillenstück (von etwa 30 cm Länge) und einem sehr genau regelbaren Antrieb (Bild 2). Die Computersteuerung gibt entweder eine konstante Drehzahl oder eine konstante Drehzahlzunahme (oder -abnahme) vor, um exakte Drehzahlrampen verwirklichen zu können. Das Kokillenstück wurde von einer originalen 5 Meter langen Kokille mit der originalen Innenoberfläche abge-



Bild 2: Experiment zur Bestimmung der Flüssigkeitsmitnahme mit der Drehzahl der Kokille (1, Kokillenstück; 2, Elektrischer Motor; 3, Getriebe; 4, Hochgeschwindigkeitskamera).

schnitten. Die Probekokille wurde mit zwei Scheiben verschlossen. Die vordere Scheibe ist transparent, um die Flüssigkeitsbewegung beobachten zu können.

Die Experimente wurden mit gefärbtem Wasser bei Raumtemperatur und mit Rose'scher Legierung (Bi, 50 Gew.-%; Pb, 25 Gew.-%; Sn, 25 Gew.-%) bei etwa 100 °C durchgeführt. Das Verhalten der Flüssigkeiten wurde bei unterschiedlichen Drehzahlen und Winkelbeschleunigungen mit einer Hochgeschwindigkeitskamera digital mit 600 Bildern pro Sekunde gefilmt.

Bild 3 zeigt ein Beispiel der Gestalt der freien Oberfläche bei einer gewählten unterkritischen Drehzahl. Das Metall formt während einer gleichförmigen Drehbeschleunigung zuerst einen Keil, der sich mehr und mehr in Drehrichtung verschiebt (unterkritische Drehzahl). Bei höherer Drehzahl zerfällt die freie Oberfläche und bildet eine Art „Vorhang“. Bei weiterer Erhöhung der Drehzahl (überkritisch) stellt sich plötzlich eine stabile Belegung der inneren Oberfläche ein. Dies geschieht in dem Moment, in dem die Zentrifugalkraft die Schwerkraft auch

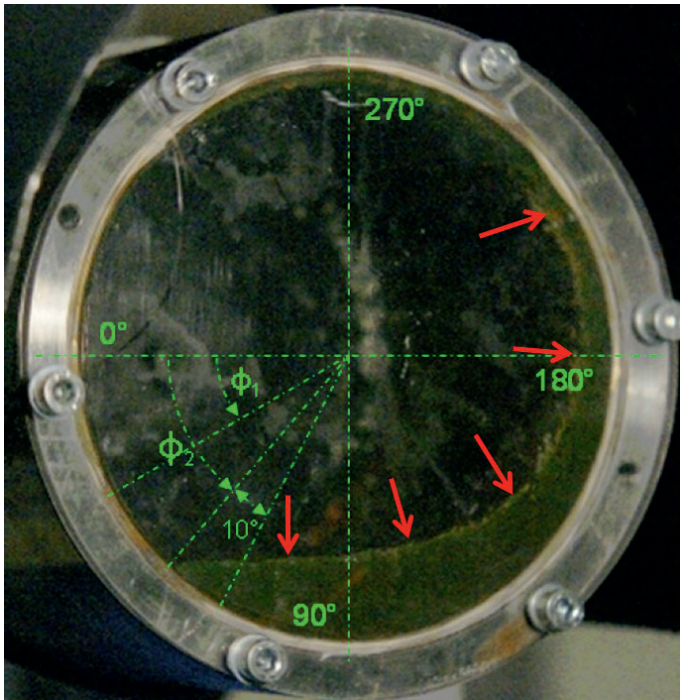


Bild 3: Gestalt der freien Oberfläche von Rose'scher Legierung bei unterkritischer Drehzahl.

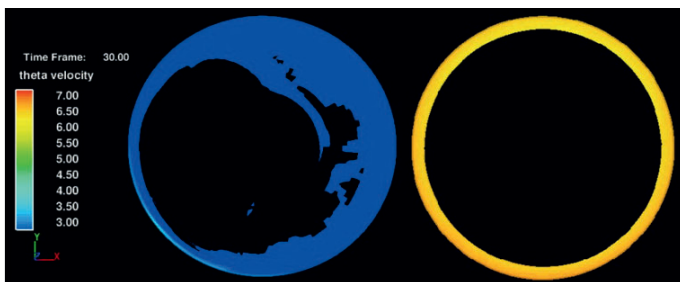


Bild 4: Die Simulation mit glatter Oberfläche (links) zeigt eine instabile Schmelze („Vorhang“), bei geeigneter Rauigkeit ist die Schmelze stabil und bildet einen gleichmäßigen Zylinder aus.

im obersten Umfangspunkt überschreitet (Looping-Bedingung). Dieses Verhalten hängt einerseits von der Mitnahme der Flüssigkeit an der inneren Oberfläche der Kokille sowie der Viskosität der Flüssigkeit ab. **Bild 4** zeigt zwei Simulationsergebnisse mit unterschiedlicher Oberflächenrauigkeit; bei gleicher Drehzahl ist bei glatter Oberfläche die Strömung instabil („Vorhang“, links) bzw. bei rauer Oberfläche stabil (rechts).

In einer zweiten Experimentieranordnung wurden der Motor und das Getriebe um 90 Grad gedreht, um einen Drehteller horizontal zu betreiben. In dieser Anordnung konnte flüssiges Gusseisen statt Rose'scher Legierung verwendet werden. Aus den Ergebnissen dieser Versuche wurden geeignete Parameter für die Reibungsfaktoren bzw. die Schmelzemitnahme an der Kokillinnenwand abgeleitet. Diese Faktoren wurden für die Simulation der industriell gefertigten Rohre verwendet.

## 4. Ergebnisse

**Bild 5** zeigt beispielhaft die Temperaturverteilung in einem Rohr während des Füllvorgangs in der Frontalsicht; die Kokille, die Rinne und der Kern sind ausgeblendet. Im Rahmen dieser Arbeit wurden inzwischen mehr als 50 Rohre, überwiegend mit dem Innendurchmesser 150 mm, mit unterschiedlichsten Prozessparametern simuliert.

Nachdem ein Rohr eine möglichst gleichförmige Wandstärkenverteilung über die gesamte Länge haben soll, ist das wichtigste Ergebnis die simulierte Wandstärkenverteilung. Aus jeder Simulation mit gewählten Prozessparametern wurden die Position jeder Netzzelle, die Größe und der Füllgrad aus Flow3D ausgelesen, um die Wandstärkenverteilung als Funktion der Länge mit einer Programmroutine zu berechnen.

**Bild 5** zeigt den Vergleich zwischen gemessener und simulierter Wandstärkenverteilung. Diese Verteilung ist sehr stark von den Prozessparametern abhängig. **Bild 6** zeigt den Vergleich zwischen gemessener und simulierter Wandstärkenverteilung. Diese Verteilung ist sehr stark von den Prozessparametern abhängig. **Bild 7** die Wandstärkenverteilungen unterschiedlichster Rohre.

## 5. Schlussfolgerungen

Folgende Schlussfolgerungen können aus der vorliegenden Arbeit gezogen werden:

- Der „de Lavaud“-Prozess konnte erfolgreich mit dem Software-Paket Flow3D simuliert werden; dabei sind die vielfältigen Hilfsmodelle, sowie die Flexibilität, mit der das Standardpaket durch den Nutzer erweitert werden kann, äußerst hilfreich;
- Die Rechenzeiten sind sehr lange (zwei bis drei Wochen);
- Der Einfluss der wesentlichsten Prozessparameter kann im Simulationsmodell abgebildet werden, die Übereinstimmung mit der industriellen Realität ist gegeben;
- Die berechneten Wandstärkenverteilungen stimmen (innerhalb der eher groben Netzweite von 1 mm) mit gängigen gemessenen Wandstärken überein;
- In der Simulation kann jeder Prozessparameter einzeln variiert werden, um den jeweiligen Einfluss studieren zu können;
- Kombinationen von verschiedenen Prozessparametern oder in der Praxis nicht ohne extremen Aufwand änderbare Prozessparameter können untersucht werden;

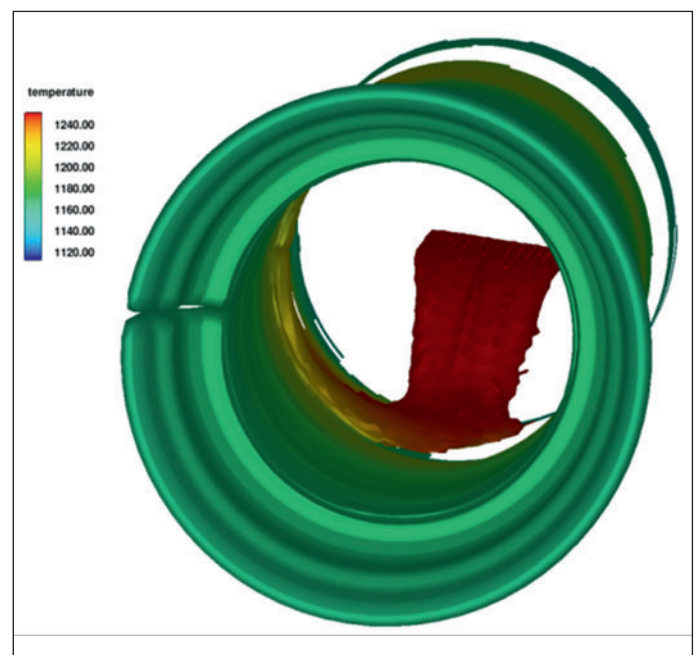


Bild 5: Temperaturverteilung während des Füllens eines Gusseisenrohrs von vorne (rot, heiße Schmelze; grün, erstarrende Schmelze).



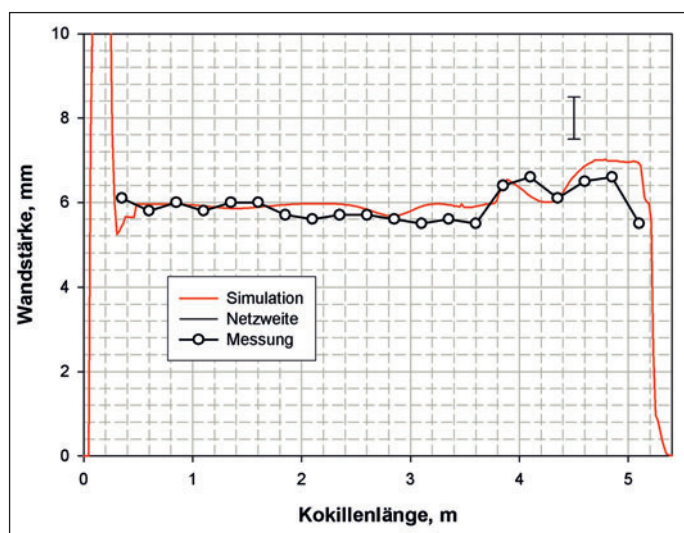


Bild 6: Vergleich der simulierten mit der gemessenen Wandstärkenverteilung eines relativ gleichmäßigen Rohres.

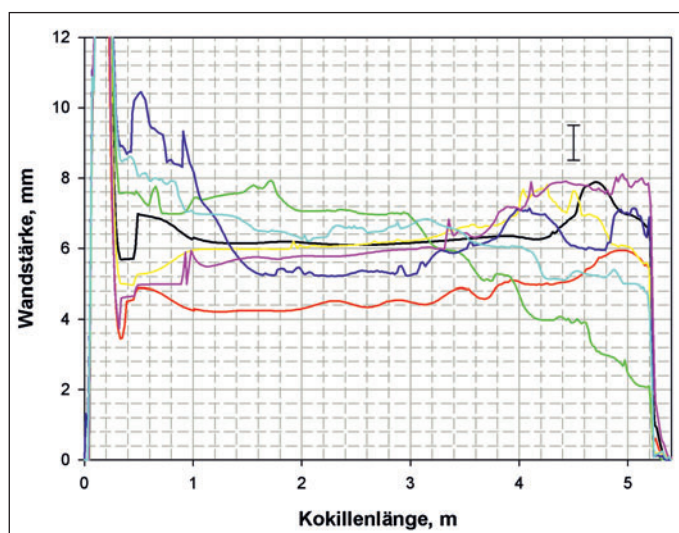


Bild 7: Beispiele für einige simulierte Wandstärkenverteilungen als Funktion der Länge von Rohren mit unterschiedlichen Prozessparametern.

- Damit konnten Prozessparameter mit starkem Einfluss von weniger wichtigen unterschieden werden.

## Literatur

- [1] Kaschnitz E, IOP Conf. Series: Material Science and Engineering vol. 33 (2012) 012031
- [2] Wu S P, Liu D R, Guo J J, Li C Y, Su Y Q, Fu H Z, Mat. Sci. Eng. A-Struct vol. 426 (2006) 240–249
- [3] Fu P X, Kang X H, Ma Y C, Liu K, Li D Z, Intermetallics vol. 16 (2008) 130–138
- [4] Gao J W, Wang C Y, Mat. Sci. Eng. A-Struct vol. 292 (2000) 207–215
- [5] Wu S P, Li C Y, Guo J J, Su Y Q, Lei X Q, Fu H Z T, Nonferr. Metal. Soc. vol. 16 (2006) 1035–1040
- [6] Shevchenko D M, McBride D, Humphreys N J, Croft T N, Whitey P, Green N R, Cross M, Centrifugal casting of complex geometries: computational modelling and validation experiments, in Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes – XII, eds. S L Cockcroft and D M Maijer (Warrendale, PA: The Minerals, Metals & Materials Society (TMS) 2009) pp 77–84
- [7] McBride D, Humphreys N J, Croft T N, Whitey P, Green N R, Cross M, Complex free surface flows for mould filling

using centrifugal casting Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes – XII, eds. S L Cockcroft and D M Maijer (Warrendale, PA: The Minerals, Metals & Materials Society (TMS) 2009) pp 459–66

- [8] Z. Xu, N. Song, R. V. Tol, Y. Luan, D. Li, IOP Conf. Series: Material Science and Engineering vol. 33 (2012) 012030
- [9] J. Bohacek, A. Kharicha, A. Ludwig, M. Wu, IOP Conf. Series: Material Science and Engineering vol. 33 (2012) 012032
- [10] Flow3D Version 10.1 – User Manual, (Santa Fe, NM, USA: Flow Science Inc. 2011)
- [11] Lackner R, Diplomarbeit (Leoben, Österreich: Montanuniversität Leoben 2011)

## Kontaktadressen:

Österreichisches Gießerei-Institut  
A-8700 Leoben | Parkstraße 21  
Tel.: +43 (0)3842 43101 35 | Fax: +43 (0)3842 43101 1  
E-Mail: erhard.kaschnitz@ogi.at | www.ogi.at

Duktus Tiroler Rohrsysteme GmbH  
A-6060 Hall in Tirol | Innsbrucker Straße 51  
Tel.: +43 (0)5223 503 235 | Fax: +43 (0)5223 503 222  
E-Mail: harald.tschenett@duktus.com | www.duktus.com

# voestalpine

EINEN SCHRITT VORAUSS.

[www.voestalpine.com/giesserei\\_linz](http://www.voestalpine.com/giesserei_linz)

# Ermittlung der mechanischen Eigenschaften eines Aluminium-Strukturbauteils

*Determination of mechanical Properties of Aluminum Structural Components*



**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®, das alle gängigen Gießprozesse simuliert. RWP ist Entwickler und Vertreiber dieser weltweit anerkannten Software. Die RWP forscht

innerhalb von Gemeinschaftsprojekten als Partner und Projektleiter.

**Dr.-Ing. Christoph Honsel,**

studierte Maschinenbau an der RWTH Aachen. Nach einer kurzen Phase als Mitarbeiter am dortigen Gießereinstitut ist er seit 1984 Mitarbeiter der RWP in Roetgen/D und verantwortlich für Forschung und Entwicklung.



**Dipl.-Ing. Reinhard Vomhof**

beschäftigt sich seit seinem Studium an der RWTH Aachen mit FE- Software Tools. Sein Weg führte schon in den 90 er Jahren zur RWP GmbH. Nach Zwischenstationen im Werkzeugbau im Bereich Projektmanagement /Vertrieb ist er seit 2008 Leiter des Vertriebs der RWP GmbH.



**Schlüsselwörter:** Al-Strukturbauteil, FE-Simulation, Vorhersage mechanischer Eigenschaften, Bauteiloptimierung, Konstruktion, Fertigung

Im Rahmen der immer enger werdenden Randbedingungen für die Entwicklung neuer Komponenten und Bauteile für die Automobilindustrie werden die Anforderungen an die Eigenschaften immer höher. Beschränkter Bau- raum, gekoppelt mit steigenden Belastungen, führt zu immer komplexeren Strukturen. Die dadurch steigenden Komplexitäten sind mit traditionellen Methoden nur schwer oder gar nicht zu behandeln. Zur Entwicklung der Topologie und des Designs ist die Kenntnis der lokalen mechanischen Eigenschaften wünschenswert. FEM Berechnungen, die zur Festlegung der Topologie durchgeführt werden, gehen von homogenen Bauteileigenschaften aus. Da die lokalen Materialeigenschaften jedoch abhängig von den Erstarrungsbedingungen sind und somit alles andere als homogen, muss die Bauteilauslegung mit unnötig hohen Sicherheitsfaktoren arbeiten. Die Guss- simulation etabliert sich mittlerweile somit nicht nur als Werkzeug zur Auslegung des Gießprozesses und seiner Werkzeuge, sondern wird darüber hinaus auch zur Bauteil- auslegung selbst herangezogen.

Typische Anwendungen hierfür sind Strukturen, die als Verbindungen dienen. Schweller als Längsträger, wie in **Bild 1** dargestellt, sind typische Vertreter solcher Strukturen.

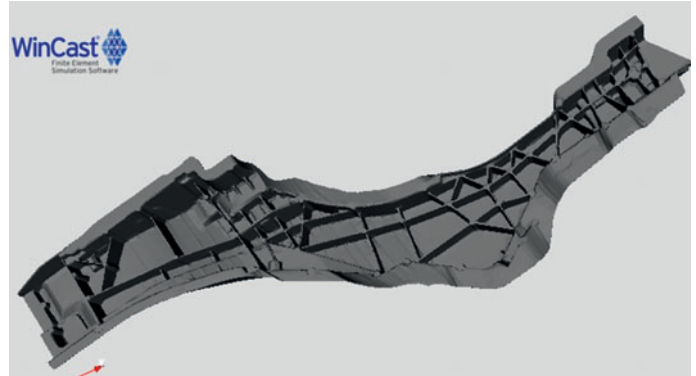


Bild 1: Audi Verbindungsteil Schweller Längsträger als FEM Modell

Diese Bauteile, früher als Umform- und Schweißkonstruktion ausgeführt, werden heute als Gussausführung im Druckgießverfahren hergestellt. Das Druckgießverfahren ist ein Dauerformverfahren, bei dem das Gießmaterial unter hohem Druck in die Kavität des Werkzeuges gefüllt wird. Das Werkzeug wird dabei den Temperaturen des flüssigen Metalls sowie den hohen Drücken des Schießens ausgesetzt. Um die Erstarrung der Konstruktionsbauteile einstellen zu können, brauchen wir in den Formteilen spezifisch einstellbare Temperaturen.

Die Simulation der Erstarrung ist die Voraussetzung, um die Orte der letzten Erstarrung zu ermitteln. Das Zusammenspiel von Anschnittsystem und Formen- kühlung ermöglicht die Erstarrungslenkung und damit die Herstellung von lunkerfreien Bauteilen. Die Berücksichtigung des Kühlmanagements bei der Auslegung ist daher von großer Bedeutung.

Bei der Entwicklung des komplexen Aluminiumstrukturbauteils *Schweller* der Audi AG sollen die mechanischen Eigenschaften ermittelt werden. Um die Zuverlässigkeit der Vorhersage von lokalen mechanischen Eigen-

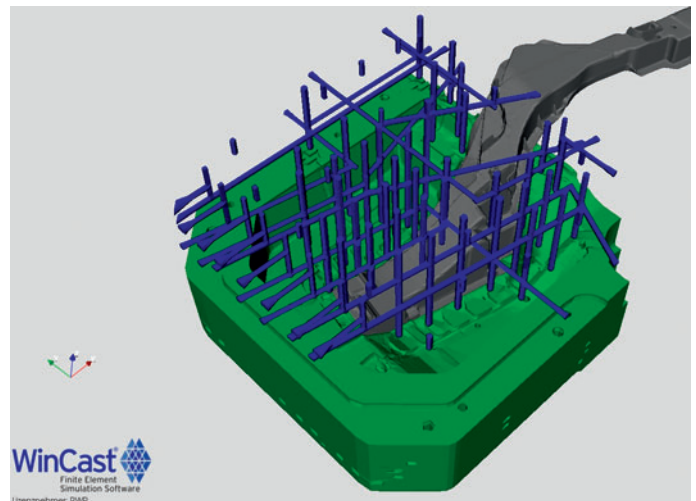


Bild 2: Detailausschnitt des Werkzeugs: Die verschiedenen Kühlkanäle werden innerhalb der Form abgebildet und bei der Simulation berücksichtigt.



schaften zu ermitteln, sind die Herstellbedingungen des Bauteiles aufgenommen worden.

Die Aufgabenstellung für den Längsträger ist die Vorhersage der mechanischen Kennwerte für Zugfestigkeit  $R_m$ , Streckgrenze  $R_{p0.2}$  und der Bruchdehnung  $A_5$  durch eine Finite Elemente Simulation und der Vergleich zum Realbauteil. Auf Basis der Formfüll- und Erstarrungsrechnung mittels der Software **WinCast**® werden die mechanischen Eigenschaften des Schweller Längsträger Verbindungsteiles ermittelt.

Damit die Ergebnisse nah an der Realität sind, werden für die Simulation in **WinCast**® sämtliche zum Prozess gehörenden Parameter (Zyklus) berücksichtigt. Typische Merkmale sind hier die Formfüllung mit erster bzw. zweiter Phase, Gießdruck, Werkzeug-Vortemperierung, Ein- und Ausschalten von Kühlmedien, Sprühen, Ausstoßen des Bauteiles, usw.

Deswegen wird neben dem Gussteil selbst (**Bild 1**) auch das Druckgusswerkzeug mit fester und beweglicher Hälfte, Schiebern, Kühlkanälen, usw. als FE-Modell aufgebaut (**Bild 2**). Nach Eingabe der Parameter werden so viele Abgüsse (Zyklen siehe **Bild 3**) simuliert, bis sich das Temperaturfeld des Werkzeuges in einem quasistatischen Zustand befindet. Dabei werden zunächst die Formhälften mit dem Gießmetall gefüllt und der Temperaturhaushalt berechnet bis die Form geöffnet wird. Dann wird das Bauteil wie in der Realität aus der Form herausgenommen. Die Formhälften werden gereinigt, gesprüht und ausgeblasen. Diese Verhältnisse werden an den einzelnen Formteilen berechnet, so daß sich auch hier ein der Realität entsprechendes Temperaturprofil ausbildet. Darauf aufgesetzt wird die Berechnung des nächsten Zyklus. Die unterschiedlichen Kühlungskreisläufe mit den entsprechenden Kühlmedien und Kühltemperaturen werden dabei ebenso berücksichtigt wie die unterschiedlichen Wärmeabfuhr beim Sprühen und Reinigen der Form. Die dazu notwendigen Wärmeübergangskoeffizienten wurden in vielen Versuchen ermittelt und liegen als Datensätze dem Programmpaket **WinCast**® vor. Wenn sich der Prozess als stabil eingestellt hat, wird nach dem Prozessschritt Bauteilentnahme die Abkühlung des Bauteiles selbst weiterberechnet.

Die gekoppelte Berechnung von Formfüllung und Erstarrung erlaubt eine Auswertung der Temperaturfelder des Bauteiles. Während die Temperaturfelder sowie die Isothermendarstellung ebenso wie die Porendarstellung genutzt werden, um ein fehlerfreies Bauteil zu bekom-

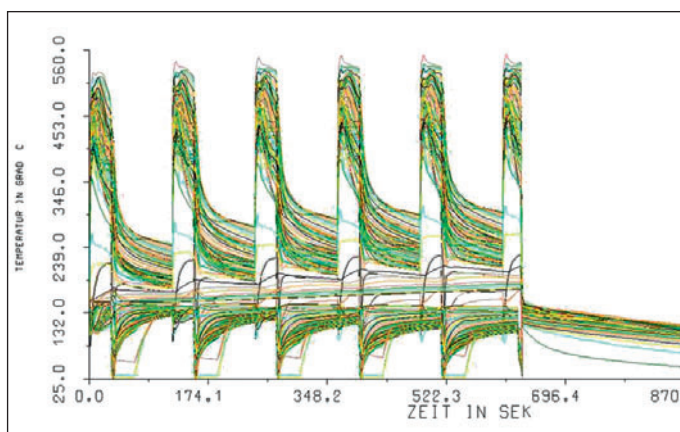


Bild 3: Zyklusberechnung bis zum quasistatischen Temperaturzustand des Werkzeuges. Die Berechnungen des letzten Zyklus werden mit der Berechnung der weiteren Abkühlung des Bauteiles abgeschlossen.

men, werden in **WinCast**® verschiedene Postprozessorfunktionen angewandt, um die mechanischen Eigenschaften darzustellen.

Das nachfolgende **Bild 4** zeigt das Gussbauteil während der Erstarrung aus dem letzten berechneten Zyklus heraus.

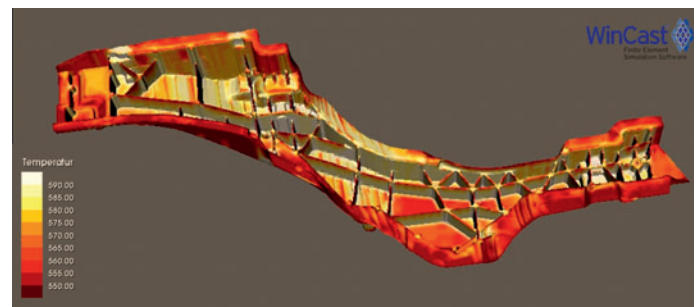


Bild 4: Strukturbauteil während der Erstarrung; das Temperaturprofil zu einem Zeitpunkt nach dem Öffnen der Form.

Deutlich sind die Unterschiede der Erstarrung zu erkennen. Die Rippen eilen in der Erstarrung je nach Dicke und Position voraus. Aus den Temperaturfeldern lassen sich weitere Informationen ableiten.

Durch die lokal unterschiedlichen Abkühlgeschwindigkeiten entstehen naturgemäß auch lokal unterschiedliche mechanische Eigenschaften. Dazu werden die Temperaturfelder auf die Erstarrung untersucht. Die daraus entstehenden Erstarrungszeiten werden in **WinCast**® im Postprocessing in Dendritenarmabstände umgerechnet. Diese Umrechnung ist für jede Al- und Mg-Legierung mit spezifischen legierungsabhängigen Parametern verknüpft. Neben den Dendritenarmabständen (**Bild 5**) wird auch die Verfestigung des Materials durch die nachfolgenden Formeln beschrieben. Die Koeffizienten  $k_1$  bis  $k_6$  müssen für jede Al-Mg-Legierung gesondert ermittelt werden.

Im Rahmen einer Dissertation [1] wurden die nachfolgenden Zusammenhänge zur Ermittlung exakter Kennwerte entwickelt, auf die hier nicht im Detail eingegangen wird. Die in den entwickelten Zusammenhängen notwendigen Konstanten lassen sich experimentell gut ermitteln.

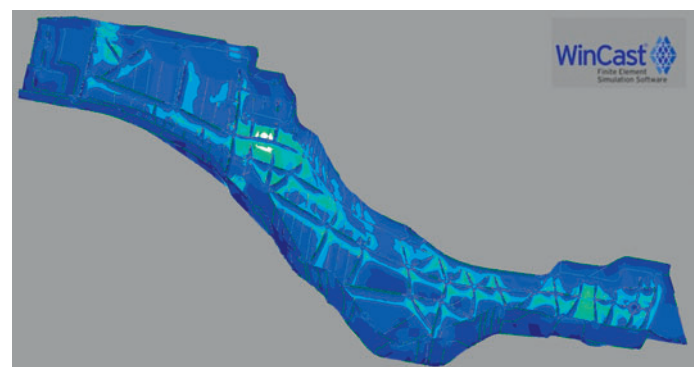


Bild 5: Dendritenarmabstände (helle Bereiche große, dunkle Bereiche kleine DAS)

## Zugfestigkeit

$$R_m = R_m(t_E) = \left[ K_4 + \frac{K_5}{\sqrt{\alpha \cdot t_E^{\frac{1}{\beta}}}} + \frac{K_6}{\sqrt{\gamma \cdot t_E^{\frac{1}{\eta}}}} \right] \cdot (1 - sP)$$

## Dehngrenze

$$R_{p0,2} = R_{p0,2}(t_E) = \left[ K_1 + \frac{K_2}{\sqrt{\alpha \cdot t_E^{\frac{1}{\beta}}}} + \frac{K_3}{\sqrt{\gamma \cdot t_E^{\frac{1}{\eta}}}} \right] \cdot (1 - P)$$

## Bruchdehnung

$$A = A(t_E) = \frac{1}{E} \cdot \left( \frac{R_m}{t_{p0,2}^{1-n}} \right)$$

Die Zugfestigkeit sowie die Dehngrenze folgen den Grundgleichungen von Hall-Petch. Diese besagen, dass mit steigender Feinheit des Gefüges die Festigkeit ansteigt. Die Bruchdehnung lässt sich aus dem E-Modul und der Zugfestigkeit herleiten.

Die Daten in der Datenbank der Software Suite **WinCast®** wurden experimentell ermittelt. Dabei wurden die gemessenen Dehngrenzen und die Zugfestigkeiten über die Größe  $1/\sqrt{d_s}$  aufgetragen und die Regressionsgeraden ermittelt. Die Konstanten lassen sich dann daraus leicht ablesen. Die Berücksichtigung der verfahrensbedingten Porenbeeinflussung geschieht über die Porenform und Porengröße.

Die Formeln werden durch die Software **WinCast®** in ihren physikalischen Daten berücksichtigt. Die **Bilder 6 bis 8** zeigen qualitativ die Ergebnisse zur Zugfestigkeit, Streckgrenze und Bruchdehnung.

Die aus den Berechnungen ermittelten mechanischen Eigenschaften wurden daraufhin mit den von der Audi AG durchgeführten Versuchen verglichen. Dazu hat Audi aus real abgegossenen Druckgussteilen Zugproben herausgetrennt und analysiert. Dabei sind die Werte für Zugfestigkeit, Streckgrenze und Bruchdehnung für je eine Probe A und B ermittelt worden. Die gleichen Bereiche sind im FEM Modell (**Bilder 9 und 10**) untersucht worden. Da es sich in diesem Fall auch um ein crashrelevantes Teil handelte, waren insbesondere die Werte für die Bruchdehnung von Bedeutung.

Die Probennahmestellen an den Realteilen wurden markiert und dann Proben herausgetrennt. Aus diesen Bereichen wurden dann Flachproben erstellt und gezogen. Die Ergebnisse ergaben Werte für die Zugfestigkeit, die Dehngrenze und die Bruchdehnung. Die Ergebnisse

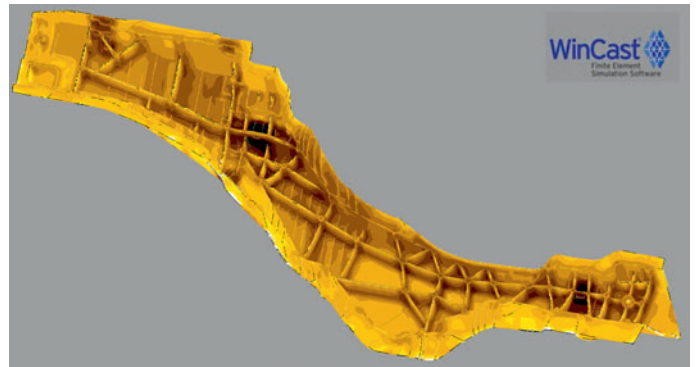


Bild 6: Zugfestigkeit (helle Bereiche hohe, dunkle Bereiche niedrige  $R_m$ )

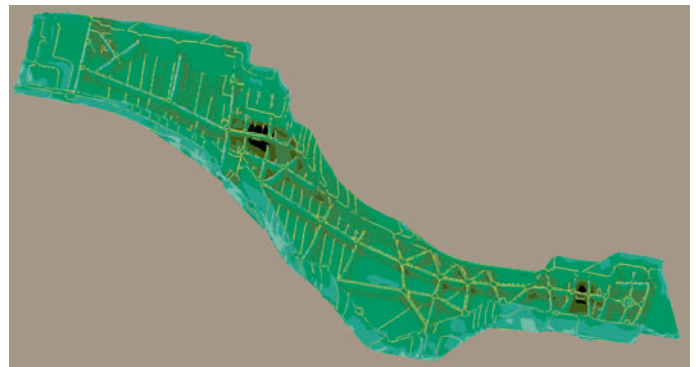


Bild 7: Streckgrenze (helle Bereiche hohe, dunkle Bereiche niedrige  $R_{p0,2}$ )

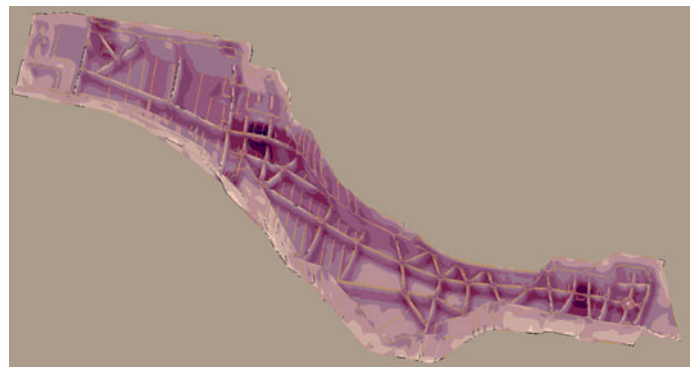


Bild 8: Bruchdehnung (helle Bereiche hohe, dunkle Bereiche niedrige  $A_5$ )

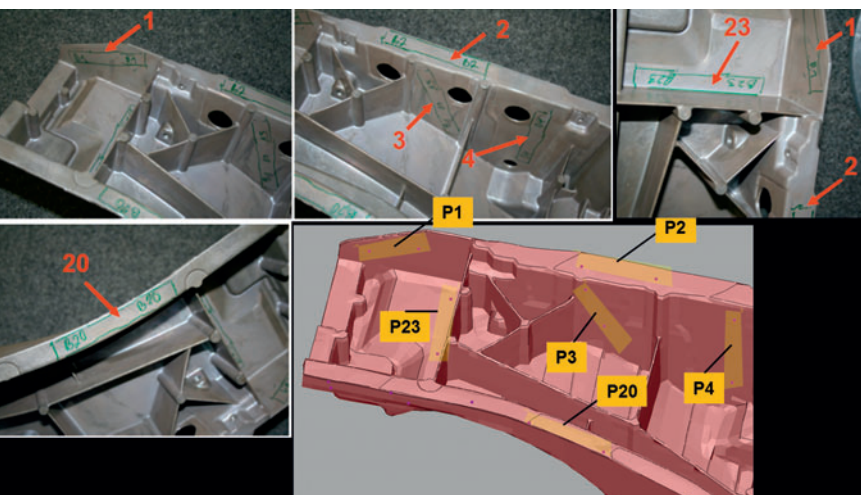


Bild 9: Definition der Zugproben real und im FE Modell. (Quelle Fotos: Audi AG)

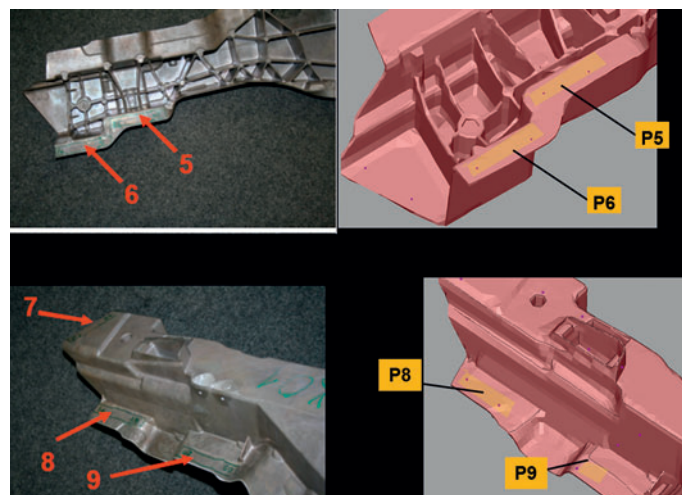
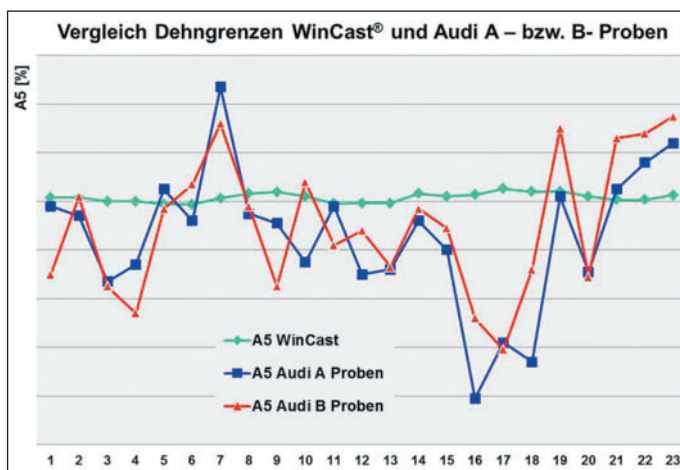
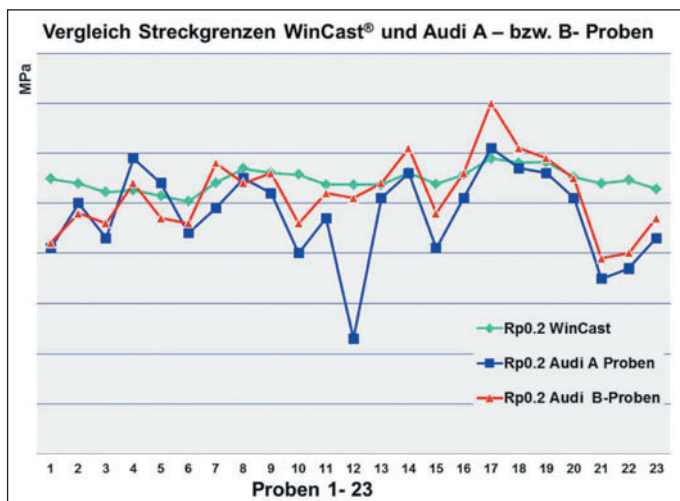
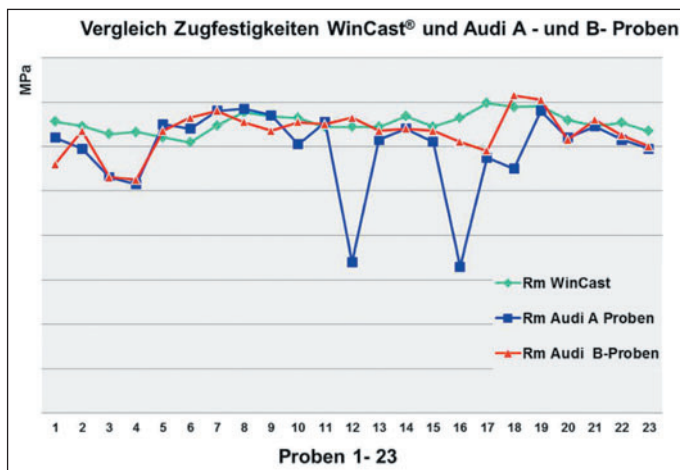


Bild 10: Definition der Zugproben real und im FE Modell (Quelle Fotos: Audi AG)



wurden zunächst einmal qualitativ verglichen. Hierbei konnten die Tendenzen der Zugfestigkeiten sowie der Dehngrenze mit den gemessenen Werten in Einklang gebracht werden. Bei der Bruchdehnung jedoch wurden größere Abweichungen festgestellt. Bei näheren Untersuchungen konnten diese Abweichungen über Porenmenge und Porenform erklärt werden.

Bei der quantitativen Untersuchung wurden die Proben der Messung A und B den Ergebnissen von **WinCast®** gegenüber gestellt. Hierbei fielen einige Messergebnisse auf, die für die weiteren Betrachtungen nicht berücksichtigt wurden. Bei dem Vergleich der Zugfestigkeiten lagen die berechneten Werte innerhalb der Streuung der Messergebnisse. Die Vergleiche der real gemessenen Zugproben mit den simulierten zeigen die **Bilder 11–13**:



Bei der Betrachtung der Dehngrenze fällt auf, dass die Streuung der Dehngrenze bei der Messung grösser ist im Vergleich zur Zugfestigkeit. Insgesamt passen sich die Ergebnisse der Simulation aber gut in die Messreihen ein. Bei der Gegenüberstellung der Bruchdehnung ist die Streuung groß, aber der Verlauf ist prinzipiell reproduzierbar. Die berechneten Werte dagegen zeigen einen wesentlich harmonischeren Verlauf. Hierbei wird sofort deutlich, wie hoch der Einfluss der (realen) Poren auf die Bruchdehnung ist.

## Zusammenfassung

Am Beispiel eines Längsträgers, der im Druckgießverfahren hergestellt wird, wurde die Möglichkeit der Vorhersagbarkeit von mechanischen Eigenschaften aufgezeigt. Dazu wurde der Realprozess weitestgehend in der Simulation mit **WinCast®** nachgefahren. Die Auswerteverfahren, die im Postprocessing zur Verfügung stehen, ermöglichen auf einfache Weise eine Beurteilung der zu erwartenden mechanischen Eigenschaften. Es ist gut zu erkennen, dass es im Bereich der Zugfestigkeiten hohe Übereinstimmungen gibt. Bei den Streckgrenzen gibt es größere Unterschiede, wobei auch hier die Realproben A und B stark streuen. Insgesamt liegen die Messergebnisse jedoch nah an den simulierten Werten.

Stärkere Abweichungen gibt es noch bei den A<sub>5</sub> Dehngrenzen. In mikrolunkerarmen Bereichen liegen die Messungen und Berechnungen eng beieinander.

Dass dennoch größere Abweichungen festzustellen sind liegt in der Tatsache, dass die Realproben Mikroporositäten enthalten. Diese erreichen aber durchaus noch vernünftige Werte für R<sub>m</sub> und R<sub>p0.2</sub>. Da aber die Einschnürung nicht so homogen wie bei einer Normprobe geschieht, versagen viele Proben vorzeitig.

Um auch dieses Versagen zu simulieren, ist es notwendig, ein 3D-Modell der Porendarstellung zu exportieren und bei der Berechnung der Bruchdehnung mit zu berücksichtigen.

An dieser speziellen Fragestellung wird bei der RWP GmbH in einem internen Projekt gearbeitet, wobei die Berücksichtigung der Kopplung der Mikroebene mit der Makroebene realisiert wird.

## Literatur

- [1] M. Todte: Prognose der mechanischen Eigenschaften von Aluminium-Gussteilen durch numerische Simulation des Erstarrungsprozesses. Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2002.

### 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

Bilder links von oben nach unten:

Bild 11: Vergleich Messung zur Simulation für R<sub>m</sub>

Bild 12: Vergleich Messung zur Simulation für R<sub>p0.2</sub>

Bild 13: Vergleich Messung zur Simulation für A<sub>5</sub>

# Praktischer Einsatz der Kernsimulation zur Prozessoptimierung

*Practical Use of Core Making Simulation for Process Optimization*



**Dr.-Ing. Jörg C. Sturm,**  
Bereichsleiter bei der MAGMA Gießerei-  
technologie GmbH in Aachen, D



**Dr.-Ing. Ingo Wagner,**  
Gießerei-Ingenieur im Bereich Entwick-  
lung bei der MAGMA Gießertechnologie  
GmbH in Aachen, D

**Schlüsselwörter:** Kernprozesssimulation, Kernschießen, 2-Phasen Strömung, Schießdüse, Entlüftungsdüse, Sand-Luftgemisch, Kernschießmaschine, Optimierung

Die Herstellung von Kernen birgt sowohl für den Werkzeugbauer als auch den Kernmacher nach wie vor Überraschungen. Kernbedingte Gussfehler sind wegen der zusätzlichen Nacharbeit ein erheblicher Kostenfaktor bei der Gussteilproduktion. Die Auslegung von Kernwerkzeugen erfolgt mit Erfahrungswissen und durch Ausprobieren, bis eine ausreichende Kernqualität produziert wird. Das Einfahren eines neuen Werkzeugs bis zur Serienreife erfordert regelmäßig mehrere zeit- und kostenintensive Optimierungszyklen, einschließlich der praktischen Erprobung unter Serienbedingungen. Jeder Erprobungsschritt führt zu mehr oder weniger aufwändigen Veränderungen am Werkzeug, ohne dass der Gießereifachmann wirklich sicher ist, dass die Maßnahmen zum gewünschten Erfolg führen. Er sieht nur das Ergebnis und kann seine Entscheidungen daher nicht aufgrund von klaren Ursache-Wirkungs-Prinzipien, die über das Erklären von Effekten hinausgehen, begründen.

Die Simulation der Herstellung von Sandkernen ist mehr als 20 Jahre nach der Einführung der Gießprozesssimulation eine neue Methodik, um die Werkzeug- und Prozessauslegung durch den Einblick in den Kernschießverlauf und die Aushärtung grundlegend zu ändern. Die komplexen Zusammenhänge bei der Fluidisierung, des Transports und der abschließenden Verdichtung eines Sand/Binder-Gemisches in einer Kernbüchse oder der Begasung, Aushärtung und Trocknung eines Korns sind mit dem gewohnten „linearen“ Denken des Technikers nicht zu erfassen. Die Simulation des Kernherstellungsprozesses ermöglicht es, die wichtigen Einflussgrößen auf die Qualität des Korns im Vorfeld der Werkzeugherstellung und der Serienfertigung zu quantifizieren. Bereits bei der Planung eines Gussteils können die Kernfertigung und die Prozessabläufe virtuell abgebildet werden. Der gesamte Prozessablauf und die relevanten physikalischen Größen werden transparent. Dies erlaubt eine zielgerichtete Vorgehensweise auf Basis von physikalischen Zusammenhängen und klaren Fakten. Die technische und die wirtschaftliche Machbarkeit von Sandkernen werden damit berechenbar. Dadurch wird außerdem das Ver-

ständnis der ablaufenden Vorgänge erweitert und die praktische Umsetzung qualitätsverbessernder Maßnahmen erleichtert. Auch der Modellbauer erhält einen dreidimensionalen Einblick in die Kernherstellung und kann die Konstruktion des Kernwerkzeugs effizienter auf die Anforderungen der Serienfertigung ausrichten.

## Modellierung des Kernschießens

Die Modellierung des Kernschießens ist wegen der sich kontinuierlich ändernden Unterschiede bei der Strömung von Luft und Sand ein extrem anspruchsvoller Vorgang. Der Fließvorgang ist anders als beim Formfüllen mit Metallschmelzen, da sich die lokalen Eigenschaften des „Fluids“ ständig ändern. Die Wechselwirkungen von Luft und Sand untereinander und mit ihrer Umgebung (Schießzylinder, Düsen, Werkzeug) erfordern zusätzlich die Berücksichtigung technologischer Randbedingungen und die Integration von Fachwissen [1,2,3].

Bei der Auswahl der Modelle wurden im Rahmen der Programmentwicklung verschiedene Modellansätze gegeneinander abgewogen. So wurde von einem Entwicklungspartner unter anderem ein „Mischungsmodell“ im direkten Vergleich zu der jetzt realisierten Lösung erprobt, bei dem Sand und Luft als Mischphase berechnet werden [4]. Die charakteristische Dynamik des Kernschießens, bei der Sand und Luft typischerweise mit erheblich unterschiedlichen Geschwindigkeiten in unterschiedliche Richtungen strömen, konnte mit diesem Ansatz physikalisch nicht für alle Anwendungsfälle zufriedenstellend abgebildet werden.

Daher wurde zur Beschreibung der Dynamik von Luft-Sand-Gemischen beim Kernschießen im Simulationsprogramm MAGMA C+M ein Ansatz gewählt, bei dem Luft und Sand bzw. Sand-Binder-Mischungen als zwei separate Phasen behandelt werden [5, 6, 7]. Neben der dominanten Impulsübertragung zwischen Luft und Sand wird dabei auch die Wechselwirkung der Sandkörner untereinander berücksichtigt.

Zur Prozessmodellierung gehört auch die Berücksichtigung maschinentechnischer Größen, wie die Art und Weise des Druckaufbaus im Schießzylinder. Schießdüsen verbinden gewissermaßen die Kernschießmaschine mit dem Kernwerkzeug. In der Praxis der Kernfertigung gibt es eine große Zahl individuell gestalteter Schießdüsengeometrien. Deren Eigenschaften werden über Druckabfallgesetze modelliert. Zur Entlüftung von Kernbüchsen werden Düsen verschiedener Bauarten und Größen verwendet. Die schmalen Düsenöffnungen halten den Kernsand im Werkzeug zurück und lassen die Schießluft entweichen. Experimentell kalibrierte Strömungsgesetze gewährleisten die realistische Modellierung des Druckabfalls an den Entlüftungsdüsen.

Bei der Simulation des Kernschießens ist je nach Zielsetzung zu entscheiden, ob der Prozess auch mit den relevanten Einheiten der Kernschießmaschine abgebildet werden muss oder ob es ausreicht, an den Schießdüsen geeignete Randbedingungen festzulegen. Die Berücksichtigung der Maschine ist mit einem höheren Aufwand ver-



bunden, aber nur so können Füllprobleme von Kernwerkzeugen berücksichtigt werden, die maschinenseitig verursacht werden. Dies gilt auch bei der Verwendung von Mehrfachwerkzeugen, wenn überprüft werden soll, ob alle Kerne gleichmäßig gefüllt werden können. Wichtig wird die Berücksichtigung des Schießkopfes auch, wenn dessen Sandfüllstand während des Schießens so niedrig wird, dass Durchschüsse an einzelnen Düsen den Schießvorgang verändern.

### Anwendung der Kernschießsimulation

Die Simulation löst den realen Prozess räumlich und zeitlich detailliert auf. Zu jedem beliebigen Zeitpunkt erhält man Ergebnisse und Kriterien. Bereits vor Fertigung einer Kernbüchse ist es sinnvoll, die Düsen bestmöglich zu positionieren. Effekte, die sich beispielsweise durch Variation von Schießdüsen ergeben, können objektiviert ausgewertet und bewertet werden.

Die visuelle Analyse des Füllvorgangs ermöglicht bereits eine effiziente vergleichende Bewertung verschiedener Konfigurationen. Kleine Veränderungen von Düsenpositionen können entscheidenden Einfluss auf die Dynamik des Füllvorgangs und die zu erwartende Kernqualität haben.

Um klare Hilfestellungen für eine Optimierung zu erhalten, ist nicht nur bei komplizierteren Kernen eine ge-

nauere Analyse erforderlich, die über die Bewertung des finalen Ergebnisses hinausgeht. Hierzu stehen weitere Ergebnisse, wie lokale Geschwindigkeiten von Luft und Sand, Verteilung des Sandes im Kern aus den Schießdüsen sowie aussagekräftige Kurvendaten für Sand- und Luftmengen, Geschwindigkeiten oder Drücke im Kern oder in den Schieß- und Entlüftungsdüsen zur Verfügung.

### Anwendungsbeispiel:

#### Optimierung eines Coldboxkerns für ein Turboladergehäuse

Turbolader haben aufgrund der notwendigen Effizienz an das Strömungsverhalten im Einsatz höchste Anforderungen an die Qualität der inneren Oberflächen. Fehler in der Oberflächenqualität des Kerns führen damit zum sofortigen Ausschuss des Gussteils. Dies bedeutet für die Herstellung der Kerne spezielle Herausforderungen an die Qualität. Die Auslegung der Werkzeuge wird vom Kunden häufig durch Einschränkungen in der Lage von Schieß- und Entlüftungsdüsen behindert.

Prototypenkerne der ersten Werkzeugauslegung zeigten für einen Turboladerkern aus PUR Cold-Box reproduzierbar Fehlstellen [8], insbesondere in der strömungstechnisch kritischen Volute, **Bild 1**. Die aufgrund dieser Ergebnisse durchgeführte erste Kernschießsimulation konnte das Ergebnis gut bestätigen, **Bild 2**.

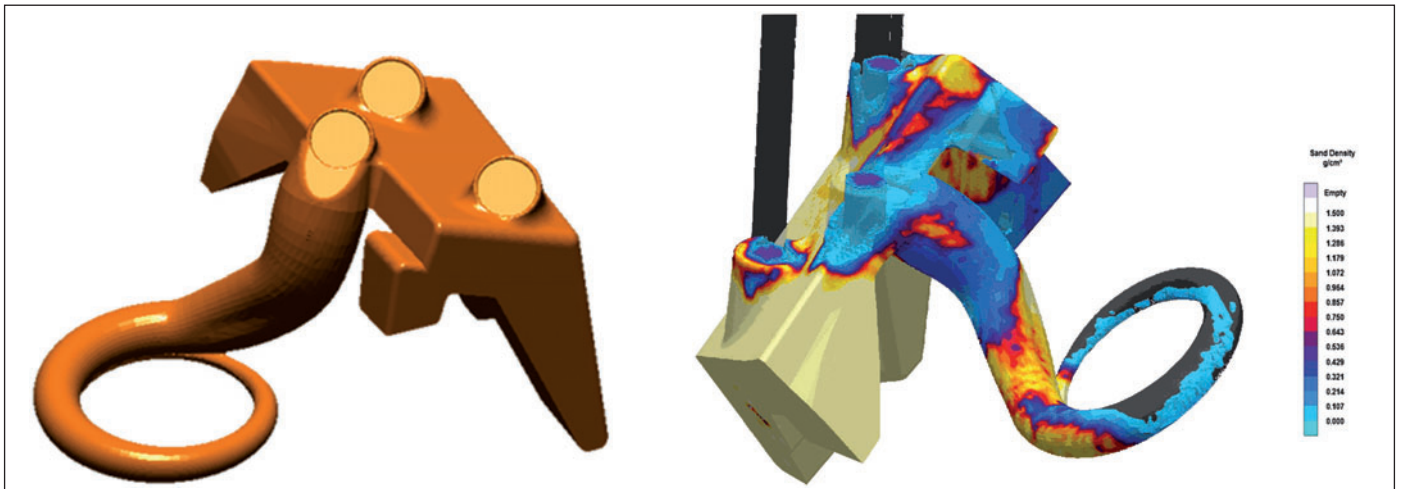


Bild 1: Geometrie des Turboladerkerns (a) und Dichteverteilung des Sand/Binder-Gemisches während des Schießvorgangs (b).

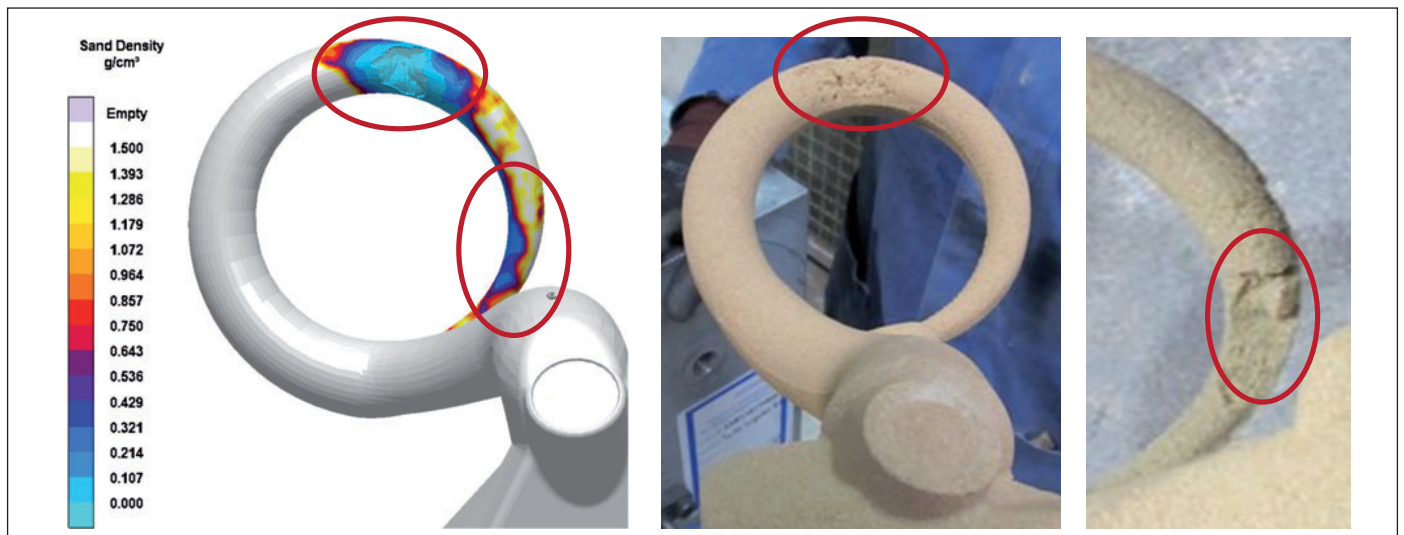
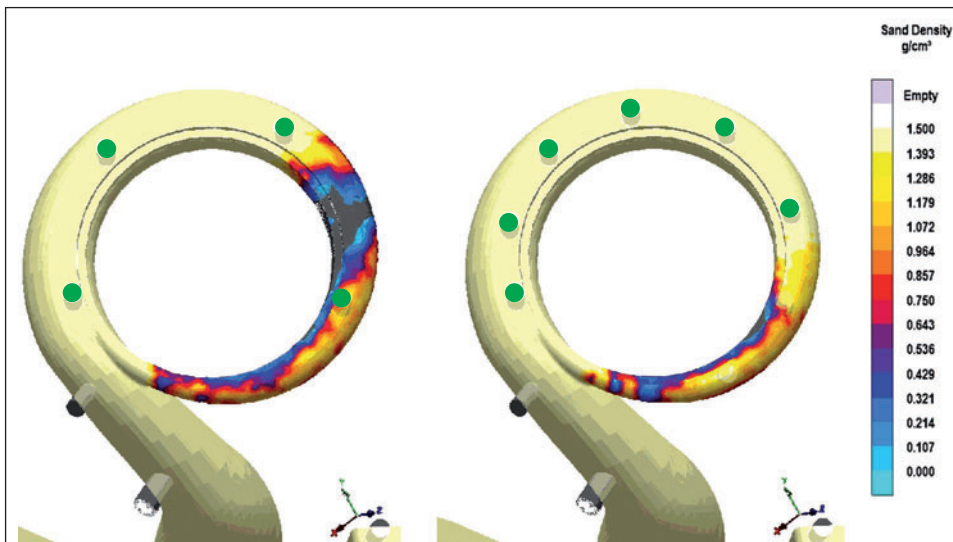


Bild 2: Vorhergesagte Dichteverteilung in der Volute des Kerns (a) und reale Fehlstellen im Prototypenkern für die erste Auslegung der Kernbüchse (b) und (c).

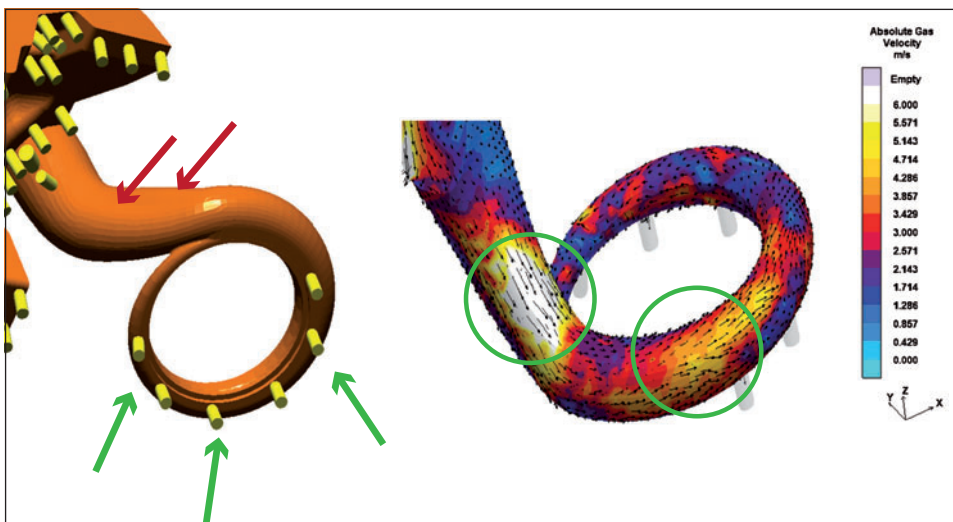
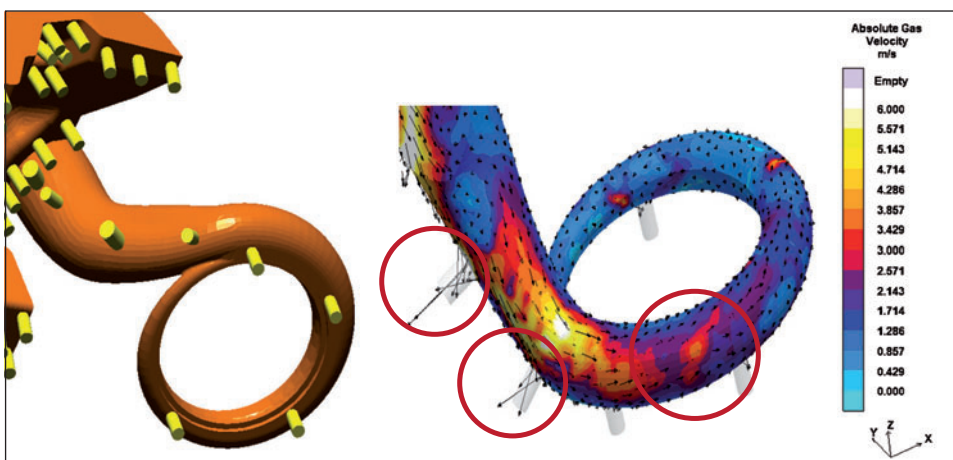


Bilder links von oben nach unten:

Bild 3: Simulierte Schießergebnis für unterschiedliche Entlüftungskonfigurationen: (a) 4 Entlüftungen (b) 6 Entlüftungen

Bild 4: Konfiguration der Entlüftungsdüsen für den Ausgangszustand (a) und Strömungsprofil in der Luft (b).

Bild 5: Konfiguration der Entlüftungsdüsen für das optimierte Kernwerkzeug (a) und verbessertes Strömungsprofil in der Luft (b).



Nach den positiven Erfahrungen mit den Ergebnissen von MAGMA C+M wurde die Kernschießsimulation von der Gießerei als Vorhersagewerkzeug akzeptiert und für die weitere Optimierung der Kernbüchse konsequent eingesetzt. Die Vorschläge zur Optimierung des Kerns wurden von den Fachleuten der Gießerei mit der Kernschießsimulation überprüft.

Aufgrund der nicht vollständig ausgeschossenen Stellen in der Volute wurde zunächst von einem Entlüftungsproblem ausgegangen. Daher wurden als erste Optimierung zusätzliche Entlüftungen im Bereich der Volute angebracht und simulationstechnisch überprüft. Der Ver-

gleich der Ausgangssituation mit 4 und der Version mit 6 Entlüftungen zeigte jedoch entgegen der Expertenerfahrung in der Simulation keine entscheidende Verbesserung des Schießergebnisses, **Bild 3**. Die detaillierte Analyse des Schießverlaufes in der Simulation zeigte den wahren Grund für die Verdichtungsprobleme. Durch die am Zugang zur Volute angebrachten Entlüftungsdüsen wurde die Luft als Trägermedium des Sandes zu früh abgeführt. Dadurch reduzierten sich die Strömungsgeschwindigkeit der Luft und des Sandes, bevor der Sand den Kern vollständig füllen konnte, **Bild 4**. Die Beurteilung der Strömungsgeschwindigkeiten in der Luft zeigt, dass die beiden markierten Entlüftungsdüsen zu einer substanziellen Reduzierung der Geschwindigkeiten führen (von mehr als 5 m/s auf ca. 2 m/s). Dies resultiert in einem Verlust an Trägerluft für den Sand in einer verminderten kinetischen Energie und damit zu einer nicht ausreichenden Verdichtbarkeit. Als Schlussfolgerung wurde eine Kombination von verbesserter Entlüftung in der Volute und des Schließens der beiden kritischen Entlüftungsdüsen mit MAGMA C+M überprüft, **Bild 5**. Das Ergebnis der Strömungsgeschwindigkeiten der Luft zeigt deutlich, dass die Geschwindigkeiten im Zugang zur Volute aufgrund der geringeren Entlüftung höher sind und gleichzeitig innerhalb der Volute schnell abnehmen, was zu einem lokal großen Druckabfall führt. Ein großer Druckabfall ist dabei für die zuletzt zu füllenden Bereiche ein guter Indikator für eine gute Verdichtbarkeit des Sandes. Der schnell fließende Sand reduziert seine Geschwindigkeit sehr schnell und kann dadurch aufgrund seiner Kinetik gut verdichtet werden. Gleichzeitig zeigen die schnell reduzierten Luftgeschwindigkeiten, dass die Luft über die Entlüftungsdüsen gut abgeführt wird.



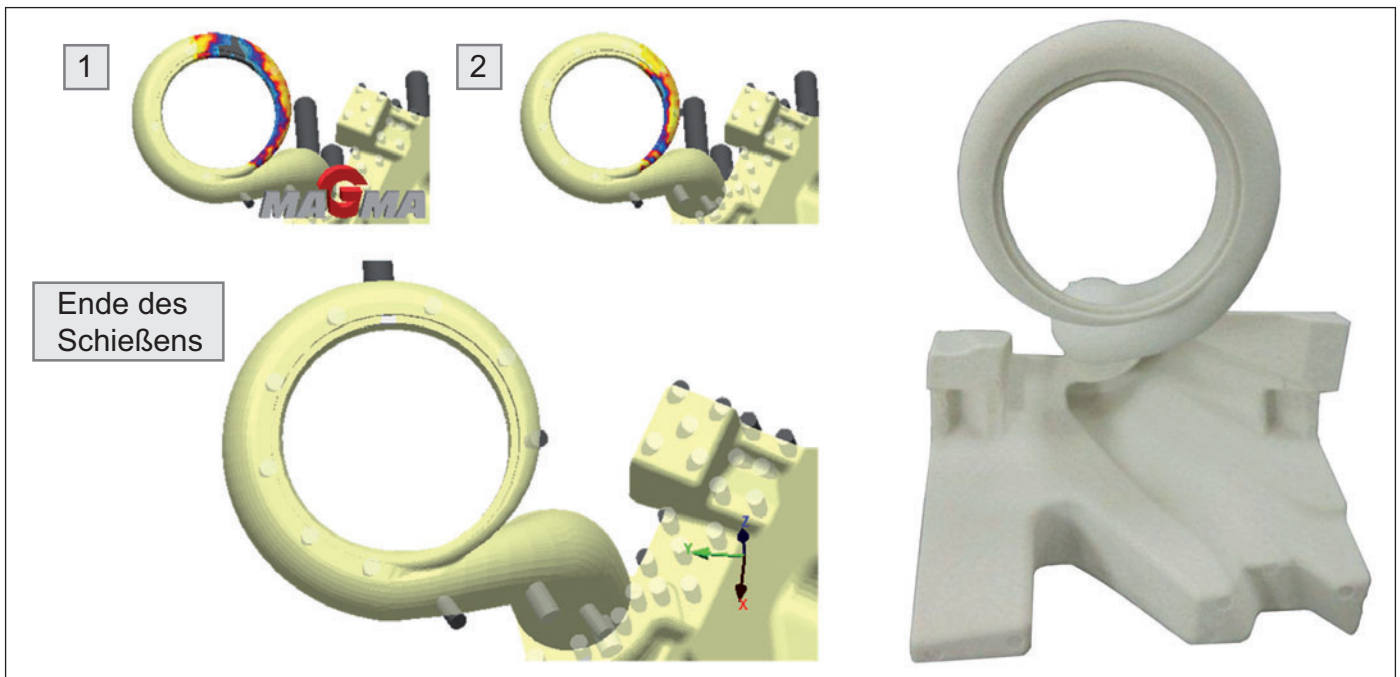


Bild 6: Verdichtungsverlauf in der Volute am Ende des Schießvorgangs (links) und optimal ausgeschossener Kern (rechts).

Der Ablauf der Kernerchießsimulation zeigt anhand der Dichteverteilung diesen Ablauf klar auf, **Bild 6**. Die optimierte Version führte in der Praxis zu reproduzierbar fehlerfreien Kernen.

### Geometrieabhängige Funktionalität von Schießdüsen

In Kernmachereien werden unterschiedlichste Schießdüsengeometrien verwendet. In der einfachsten Form dienen Bohrungen in der Schießkopfplatte als Schießdüsen. Die Variation des Bohrungsdurchmessers ist dann die einzige Möglichkeit, „düsenseitig“ Einfluss auf das Schießverhalten zu nehmen. Für einfache Kerngeometrien ist das oft eine technisch und wirtschaftlich günstige Lösung. Im Normalfall werden allerdings richtige Düsen eingesetzt, die den Schießkopf mit der Kernbüchse verbinden. Dabei werden in den Kernmachereien typischerweise entweder zylindrische, konische oder gestufte Schießdüsen verwendet.

Unterschiedliche Schießdüsengeometrien führen zu sehr unterschiedlichen Strömungen. Die aus der Fluidmechanik bekannten Gesetzmäßigkeiten können für die speziellen Luft-Sand-Strömungen beim Kernerchießen nicht angewendet werden. Die Verwendung einer gestuften Düse anstatt einer zylindrischen Düse führt beispielsweise bei Flüssigkeiten (bei gleicher Druckrandbedingung) aufgrund der Kontinuität zu einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeit. Beim Kernerchießen hingegen wird der Sand an der Verjüngung aufgestaut und die Sandgeschwindigkeit wird geringer, **Bild 7**. Neben der Sandgeschwindigkeit ändern sich auch die Massenströme in Abhängigkeit von der Düsengeometrie.

Mit der Komplexität von Kernen steigen die Anforderungen an die Auswahl der Schießdüsen. Bisher werden in schwierigen Fällen Düsengeometrien mit Erfahrungswissen und durch Ausprobieren variiert. Die in den Düsen ablaufenden Strömungsvorgänge sind dabei bislang weitgehend unbekannt. Experimentelle Untersuchungen zum Ausfließverhalten von Sand aus Schießdüsen zeigen,

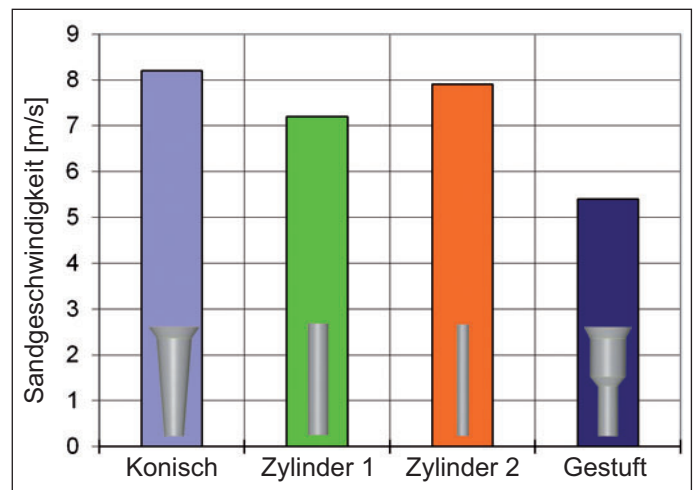


Bild 7: Gemessene Geschwindigkeiten am Auslass von unterschiedlichen Schießdüsen. Die Geschwindigkeit von Sandströmungen wird bei ansonsten gleichen Randbedingungen wesentlich durch die Düsengeometrie bestimmt. Bei gleichem Austrittsquerschnitt weisen die Düsen „Zylinder 1“ und „Gestuft“ deutliche Unterschiede auf.

dass sich z.B. allein durch geometrische Veränderungen an Düsen kontinuierliche Sandströmungen mit annähernd konstanter Geschwindigkeit und nahezu gleichbleibenden Massenströmen genauso einstellen lassen, wie diskontinuierlich pulsierende Sandströme, **Bild 8**. Die Strömungsvorgänge in den Düsen, die zu diesen charakteristischen Fließvorgängen führen, entziehen sich bislang der experimentellen Beobachtung und einer detaillierten Untersuchung.

Die Simulation erlaubt jetzt einen differenzierten Einblick in die Strömungsvorgänge innerhalb der Düsen. Die dabei ablaufenden physikalischen Phänomene können grundlegend verstanden und quantitativ ausgewertet werden. Für den Kernmacher ist die Kenntnis der Auswirkung geometriebedingter Effekte auf das Schießergebnis wichtig. Je nach Düsenkonfiguration können Sandge-

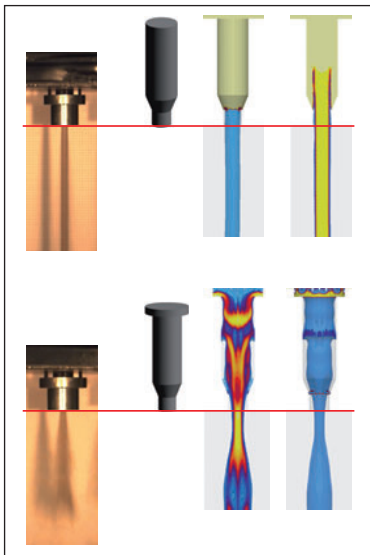


Bild 8: Vergleich von realen und simulierten Sandströmungen für unterschiedliche Düsengeometrien. Der Sand fließt typischerweise als kontinuierlicher Strahl aus Schießdüsen (a). Durch geometrische Veränderung kann der Sandfluss diskontinuierlich pulsieren (b), wobei sich der Strahl aufweitet. Abhängig von der Kerngeometrie kann dies zu einer besseren Kernqualität führen. Die Simulation erlaubt eine differenzierte Untersuchung der Strömungsvorgänge in Düsen (c) und (d).

schwindigkeiten und die effektiv geschossenen Sandmassen sehr unterschiedlich sein. Dies hat, abhängig von der Kerngeometrie, auch Auswirkungen auf die lokale Verdichtung des Kerns, **Bild 9**.

Mit dem durch Simulation gewonnenen Einblick können zukünftig Düsengeometrien gezielt ausgewählt werden, um verschiedenartige Bereiche in der Kernbüchse zeitgleich und gleichmäßig füllen zu können. Anhand der Simulationsuntersuchungen können dann systematisch Regeln erstellt werden, welche Düsengeometrien für welche Kerntypen am effektivsten sind.

## Modellierung der Kernaushärtung mit Gas

Bei der Gasaushärtung wird ein temperiertes Gasmisch in den geschossenen Kern eingeleitet. Die gängigen Härtungsmechanismen über Gashärtung wie z. B. PUR-Cold-Box (gilt analog für die Trocknungshärtung anorganischer Binder mit heißer Luft in temperiertem Werkzeug) können durch Anwendung geeigneter Modelle simuliert wer-

den [6]. Der Transport von Gas durch den offenen Porenraum von Sandkernen charakterisiert den Strömungsvorgang bei der Kernaushärtung. Für eine PUR-Cold-Box Aushärtung bedeutet dies, ein katalytisch wirkendes tertiäres Amin in alle Kernbereiche zu transportieren. Die Aushärtung selbst hängt von vielen Faktoren ab, wie z.B. Binder (Zusammensetzung und Menge), Lösungsmittel (Art und Menge), Benetzung der Sandkörner durch einen Binderfilm, Amintyp, sowie Sand- und Gastemperatur [9]. Die Gasströmung durch den Kernsand hängt primär von der Kerngeometrie, von der Düsenkonfiguration, dem Gasdruck sowie von der Gasdurchlässigkeit der Sandmischung ab.

Im Normalfall ist eine für das Kernschießen günstige Düsenanordnung nicht optimal für die Begasung. Beispielsweise geht viel Amin nutzlos verloren, wenn die Gasströmung nur kurze Wege von den Begasungsdüsen zu Entlüftungen zurücklegt, während auf der anderen Seite andere Bereiche des Kerns nur mit höherem Druck durchströmt werden und damit zusätzlich höhere Aminmengen erforderlich sind.

Ziel der Simulation ist es, zunächst den zeitlichen Verlauf der Amingasströmung richtig abzubilden. Bereits bei der Auslegung von Kernwerkzeugen kann überprüft werden, ob und wie alle Kernbereiche ausreichend von Aushärtegas durchströmt werden. Die Simulation bildet realitätsnah sowohl das aktive Begasen als auch den nachfolgenden Spülvorgang mit Luft ab. Damit werden Fehlerursachen frühzeitig erkannt und Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung können zielgerichtet ergriffen werden.

## Anwendungsbeispiel:

### Optimierung eines Cold-Box-Kerns für einen Getriebegehäusedeckel

Eine wesentliche Aufgabenstellung für den Kernmacher ist es, den Kern innerhalb möglichst kurzer Zykluszeit möglichst effizient auszuhärten. Probleme bei der Aushärtung werden oft erst bemerkt, wenn bereits gute Kerne geschossen werden und die Düsenkonfiguration für das Schießen festgelegt ist, **Bild 10**. Die Simulation der

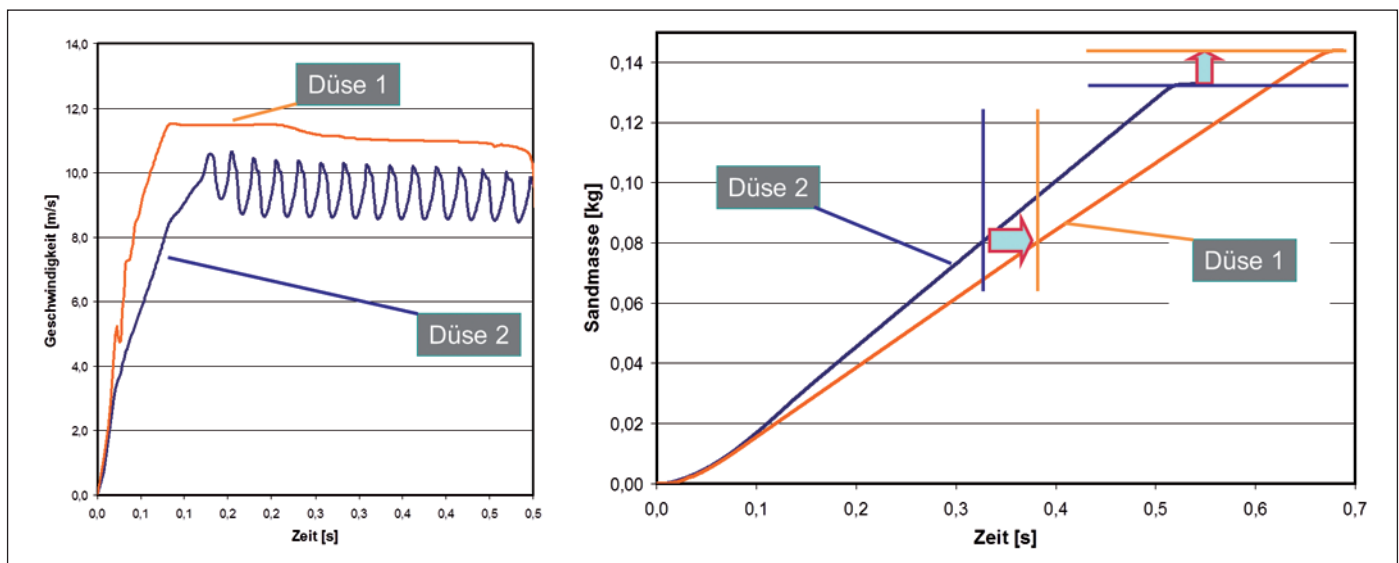


Bild 9: Sandgeschwindigkeiten und Sandmengen als Funktion der Zeit für zwei unterschiedliche Düsengeometrien. Die Strömungsgeschwindigkeit (a) und auch der Massenstrom sind bei Schießdüsen mit gleichem Austrittsquerschnitt geometrieabhängig. Die resultierende geschossene Sandmasse führt (abhängig von der zu füllenden Kerngeometrie) zu unterschiedlichen Verdichtungsgraden (b). Hier: „Düse 2“ füllt die Kernbüchse zwar schneller, die insgesamt geschossene Sandmenge ist jedoch geringer. Der Kern ist damit etwas weniger verdichtet.





Bild 10: Fehlerhafter Kern nach der Aushärtung. Die markierten Bereiche zeigen die Stellen an, die mit den angewendeten Begasungsparametern nicht vollständig ausgehärtet wurden.

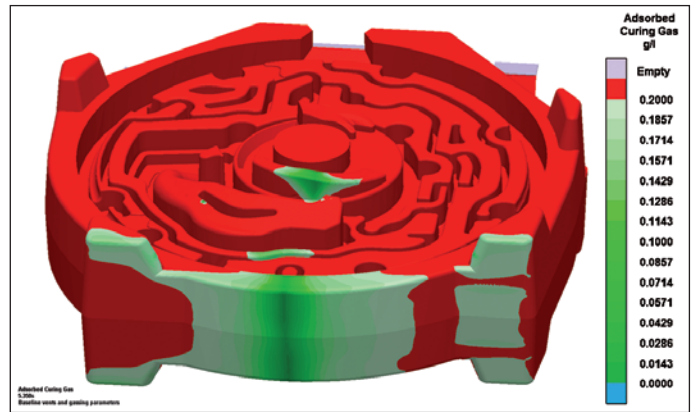


Bild 11: Simulation der Aminbegasung. Das Bild zeigt den Konzentrationsverlauf von Amin, das vom Bindersystem aufgenommen wurde und so aktiv zur Aushärtung beiträgt. Dargestellt werden ausgehärtete (rot) und nicht ausgehärtete Kernbereiche (grün).

Aminbegasung für den fehlerhaften ausgehärteten Kern zeigt, dass die kritischen Bereiche nur unzureichend durchströmt und das Amin nicht alle Bereiche des Kerns innerhalb des Produktionszyklus erreicht, **Bild 11**.

Praktische Maßnahmen zur Beseitigung von aushärtungsbedingten Kernfehlern sind meistens die Erhöhung der Aminmenge, des Begasungsdrucks, der Gastemperatur oder zusätzlich der Begasungszeit. Die Variation dieser Prozessparameter ist allerdings nur in begrenztem Umfang möglich und wird durch den Zwang zur wirtschaftlichen Kernfertigung limitiert. Da der Kernmacher die Fehlerursachen (die ja schon aus dem Werkzeugkonzept resultieren können) nicht kennt, dienen die genannten Maßnahmen häufig nur zur Bekämpfung von Symp-

tomen und nicht zur Beseitigung der Ursache. Meistens resultiert die eigentliche Ursache von aushärtungsbedingten Kernfehlern aus einem „Strömungsproblem“ aufgrund ungünstiger Düsenkonfiguration. Bereits kleine Veränderungen der Positionen von Entlüftungsdüsen können große Auswirkungen auf eine erfolgreiche Kernfertigung haben, **Bild 12**. Bei komplexen Kerngeometrien und Düsenanordnungen ist der Strömungsverlauf auch für die Begasung kaum vorhersagbar. Die Simulation liefert jetzt eine detaillierte und objektive Strömungsanalyse. Druckverlauf im Kern, lokale Strömungsgeschwindigkeiten und die Darstellung der zeitlich instationären Aminströmung sind wichtige Ergebnisse zur Bewertung der Begasungseffizienz.

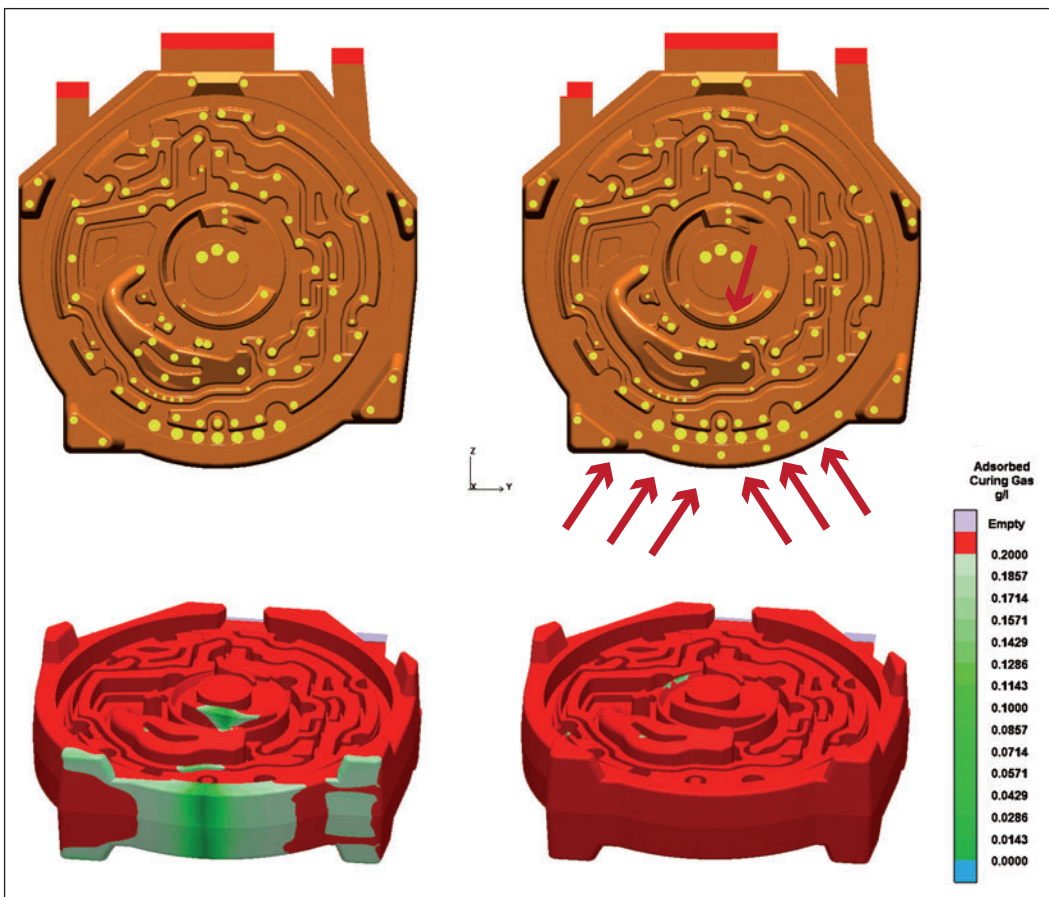


Bild 12: Vergleich der Begasungseffizienz für die ursprüngliche (a) und die verbesserte Entlüftungssituation (b). Durch Ausrichtung des Gasstroms werden alle Kernbereiche ausreichend durchströmt.

Die Simulation ermöglicht damit bereits in der Konstruktionsphase eine frühzeitige Abstimmung der Düsenpositionierung, sowohl für das Schießen als auch die Aushärtung. Das Ausprobieren im Betrieb durch Verändern von Werkzeugen und Prozessparametern kann auf ein Minimum reduziert werden.

## Zusammenfassung und Ausblick

Mit MAGMA C+M wird ein virtuelles Werkzeug zur Simulation der Kernherstellung vorgestellt, das auf die Bedürfnisse der betrieblichen Praxis ausgerichtet ist. Die Simulation der Kernherstellung ist ein technologisch nützliches Werkzeug zur Analyse der gesamten Fertigungskette Schießen und Aushärten auf einer fundierten wissenschaftlichen Basis. Der Kernhersteller wird damit in allen relevanten Prozessschritten der Serienfertigung von der Werkzeugkonstruktion bis zur Qualitätskontrolle effizient unterstützt.

Simulation macht die komplizierten physikalischen Abläufe transparent und verständlicher. Fehlertendenzen können ursächlich bewertet und Abhilfemaßnahmen effektiv umgesetzt werden. Werkzeugänderungen können bewertet werden, ohne aufwändige praktische Versuche durchzuführen. Die frühzeitige Optimierung von Werkzeugen wird zeitlich verkürzt und bietet damit ein erhebliches Potenzial für Kosteneinsparungen.

*Core making simulation is a new technology to assist core and tool makers to improve their core box designs and core making processes. Core making simulation as offered with MAGMA C+M is more as a replacement of unnecessary trials and physical experimentation. It offers*

*a new methodology to assess a complex 2-phase flow of sand/binder and air and reveals the "black box" core box. In this paper real industrial cases are presented, how MAGMA C+M helped optimizing the core shooting and curing process of complex cores as well as offers insights to the flow situation of nozzles.*

## Literatur:

- [1] Giesserei 96 (2009) Nr. 6, S. 62–71.
- [2] Rogers, C.: A virtual tool for the manufacture and use of foundry cores and molds. In: Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes XI. TMS 2006. S. 1123–1130.
- [3] Giessereiforschung 57 (2005) Nr. 2, S. 14–22.
- [4] Latz A., Schmidt S.: Hydrodynamic modeling of dilute and dense granular flow, Granular Matter 12 (2010), Nr. 4, S. 387–397
- [5] Schneider, M.; Heisser, C.; Serghini, A., u. a.: Experimental investigation, physical modeling and simulation of core production processes. AFS Transactions 2008, Paper 08-058(04). S. 1–14.
- [6] Giesserei 96 (2009) Nr. 12, S. 16–29.
- [7] Giesserei-Rundschau 58 (2011), Heft 9/10 2011
- [8] Bilder mit freundlicher Genehmigung von Bocar, Mexiko
- [9] Giesserei 98 (2011), Nr. 1, S. 30–39

## Kontaktadresse:

MAGMA Gießereitechnologie GmbH  
D - 52072 Aachen | Kackertstraße 11  
Tel.: +49-(0)241-88901-74 | Fax: +49-(0)241-88901-62,  
E-Mail: jc.sturm@magmasoft.de | www.magmasoft.de

**Der VÖG im Internet:**

**www.voeg.at**



**voestalpine**  
GIesserei TRAISEN GMBH

[www.voestalpine.com/giesserei\\_traisen](http://www.voestalpine.com/giesserei_traisen)



# Mit Hilfe der digitalen Fabrik die Produktivität optimieren

*Increasing the Productivity aided by the Digital Factory*



**Matthias Gamisch,**

nach dem Studium der Mechatronik an der FH-Wels seit 1998 bei Fill Gesellschaft m.b.H. tätig; sein Erfahrungsschwerpunkt liegt im Bereich Gießerei-automation. Er ist für den Vertrieb der ECC-Maschinendatenanalyse-Software zuständig.

**Schlüsselwörter:** Digitale Fabrik, Produktivitätsoptimierung, Simulation, Lebenszykluskosten, TCO Total Cost of Ownership.

In der Produktionsplanung werden unterschiedliche Ansätze verfolgt, um vorhandene Kapazitäten effizient zu nutzen. Diese Bemühungen werden aber nur dann erfolgreich sein, wenn Maschinen und Anlagen die angestrebten Produktionsraten auch wirklich erreichen können. Eine moderne Anlagenplanung bedient sich daher der digitalen Fabrik, um die am besten geeigneten Maschinen optimal in einen leistungsfähigen Produktionsablauf einzubinden.

Als „Enabling Technologies“ werden jene Technologien oder Methoden bezeichnet, durch deren Einsatz außerordentlich große Entwicklungssprünge möglich werden. Diese Entwicklungen finden mitunter weit außerhalb des Gießerei-Alltages statt. So nahm eine der wichtigsten technologischen Entwicklungen des letzten Jahrzehnts ihren Ausgang in den Computersimulationen auf PCs und Spielkonsolen von Kindern und Jugendlichen. Egal, ob faszinierende Rennsportsimulation oder ethisch fragwürdige „First-Person-Shooter“: Der Wunsch nach äußerst realen virtuellen Welten bescherte auch der Industrie eine reiche Ernte.

Neu entwickelte Grafikkarten verarbeiten komplexeste 3D-Objekte, wie Maschinen und Anlagen, zu fotorealistischen Bildern. Sie beherbergen zudem sogenannte „Physics Engines“, mit denen sich selbst hunderttausende Partikel nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten durch virtuelle Luftströme wirbeln lassen. Für die Planung von Produktionsanlagen bringt das eine Palette an Möglichkeiten, die seit dem Beginn der 90er Jahre dem sogenannten High-End-Computing vorbehalten waren. Damit rückte der Begriff der „digitalen Fabrik“ für eine breite Masse an Unternehmen in greifbare Nähe.

Die VDI 4499 grenzt den Begriff klar ab: „Die Digitale Fabrik ist der Oberbegriff für ein umfassendes Netzwerk von digitalen Modellen und Methoden, unter anderem der Simulation und 3-D-Visualisierung. Ihr Zweck ist die ganzheitliche Planung, Realisierung, Steuerung und laufende Verbesserung aller wesentlichen Fabriksprozesse und -ressourcen in Verbindung mit dem Produkt.“ Dabei stellt der Zweck die nutzenstiftende Ausrichtung klar in den Mittelpunkt und unterstreicht damit indirekt, dass diese Technologie kein Selbstzweck sein darf.

## Schwachstellen frühzeitig identifizieren

Ein großes Potenzial erschließt sich bei näherer Betrachtung der eingangs skizzierten Problematik: Durch stärkere Automatisierung und Verkettung der Produktionsanlagen steigt auch die Anzahl an Wechselwirkungen der Maschinen und Komponenten zueinander. Eine einzige Störung an einer Maschine kann weitreichende Auswirkungen haben. Werden diese Schwachstellen nicht frühzeitig identifiziert, so kann durch keine noch so ausgeklügelte Planungsstrategie ein Produktivitätsverlust kompensiert werden. Der zielgenaue Einsatz moderner Werkzeuge wie Simulation schafft genau hier einen klaren Mehrwert:

- Standardisierung von Planungsprozessen durch zentrale Werkzeuge
- Umfassende Kostenbewertung durch bessere Abschätzbarkeit der Betriebskosten
- Erweiterung der Anlagenanalyse in der Planung auf Optimierungen im Betrieb
- Insgesamt mehr Sicherheit bei der Kaufentscheidung

Diese Auflistung weist bereits darauf hin, dass es nicht nur um den punktuellen Einsatz einzelner Technologien geht. Die Daten, welche der digitalen Fabrik zugrunde liegen, erlauben den Aufbau von Planungs- und Optimierungs-Regelkreisen im Unternehmen. **Abb. 1** zeigt den Planungs- und Optimierungsregelkreis bei Fill. Diese Abläufe unterstützen bei der Optimierung der Anlage über die Planung hinaus. So kann aus dem Aufwand für die Erstellung der Modelle ein langfristiger Nutzen gezogen werden.

## Schlüsselfaktor Simulation

Ein sehr zentrales Element der digitalen Fabrik ist die Anlagensimulation. Sie trägt wesentlich dazu bei, dass alle am Planungsprozess Beteiligten ein möglichst klares Bild teilen. So können z.B. ungünstige Verknüpfungen von Abläufen einfacher erkannt und Konzeptänderungen eingeleitet werden. Durch konsequente Nutzung dieser Möglichkeiten wird es möglich, die am besten geeigneten Maschinen optimal in einen leistungsfähigen Produktionsablauf einzubinden.

Bei Fill stand das Thema Simulation bereits 1999 auf der Entwicklungsagenda. Die Gießlinie im Fokus der ersten Untersuchung zeigte schnell die Grenzen statistischer Simulationsprogramme auf. Speziell die Forderung nach einem besseren Verständnis für die Auswirkung von Störgrößen in programmierten Abläufen (z.B. die Halte-dauerüberschreitung der Schmelze im Gießlöffel) wurde nur unzureichend erfüllt. So war die aufgebaute Simulation mangels geeigneter Alternativen noch Eigenbau.

Es ist trotzdem nur ein Zufall, dass *Visual Components* als Hersteller der heute bei Fill eingesetzten Simulationssoftware 1999 gegründet wurde. Seit 2010 ist deren Produkt 3DCreate bei Fill im Einsatz und erweitert die Planungsmöglichkeiten beträchtlich. Eigene Maschinenbibliotheken zum schnellen Zugriff auf Basiskomponenten unterstützen eine gleichermaßen standardisierte als auch

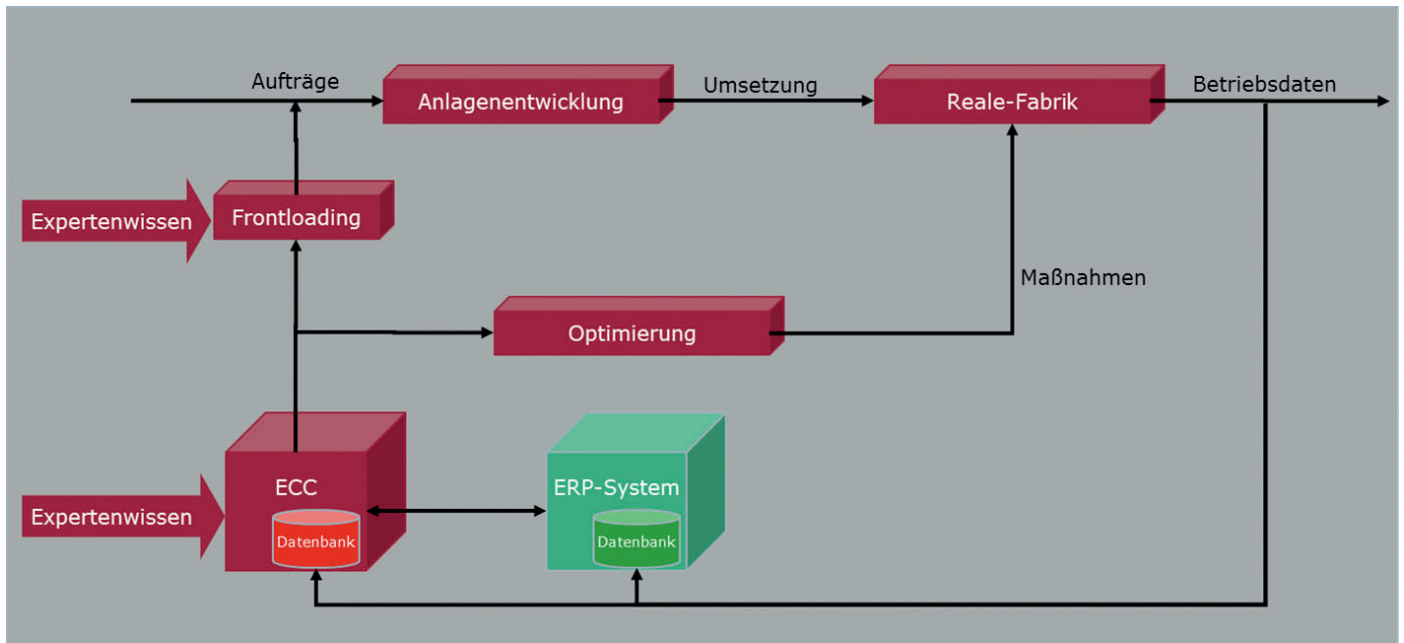


Abb. 1: Planungs- und Optimierungsregelkreis in der digitalen Fabrik

zeiteffiziente Anlagenplanung. Dazu werden nicht nur das Layout der Anlage, sondern auch die Programmabläufe bereits in der Konzeptphase definiert. Die erzielten Ergebnisse weisen ein bemerkenswertes Kosten-Nutzen-Verhältnis für den Kunden auf. Abb. 2 zeigt die Simulation einer Lineargeießanlage.

Alle Analysen erfordern eine gute Datenqualität. Das bedeutet, dass neben Randbedingungen, wie z.B. der Kühlzeit, der Entkernzeit oder der Anzahl der Bediener weiteres Expertenwissen notwendig ist. Es kann im Idealfall auf den Datenbestand einer hochqualitativen Maschinendatenanalyse (z.B. Fill ECC, wie in Abb. 1 dargestellt) zurückgegriffen werden. Zielgenau erfasste Daten liefern harte Fakten und reduzieren Ergebnisschwankungen aufgrund von Abschätzungen.

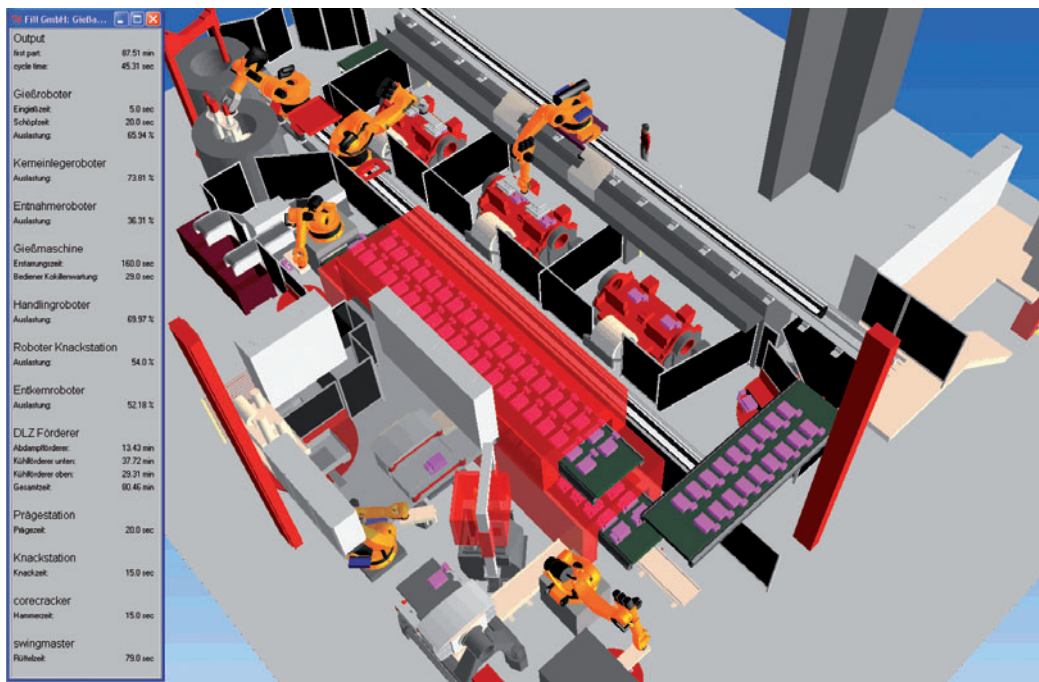


Abb. 2: Simulation einer Lineargeießanlage

Die klassischen Optimierungskriterien in der Anlagen-simulation sind das Erreichen einer vorgegebenen Taktzeit bzw. eines Durchsatzes an Teilen. Meist geht die Analyse mit der geometrischen Prüfung des Layouts auf Erreichbarkeit z.B. der Roboter-Greifpositionen bei gleichzeitiger Kollisionsprüfung einher. Für monetäre Konzeptbewertungen sind die Analysen von Auslastungen, Engpässen, Durchlaufzeiten und Beständen relevant.

zunichte gemacht werden. Eine parallel zur Anlagensimulation durchgeführte Berechnung der Lebenszykluskosten steuert daher für die wirtschaftliche Entscheidung wichtige Informationen bei.

Im Maschinen- und Anlagenbau wird das Thema Lebenszykluskosten teilweise kontrovers diskutiert. Die Befürchtungen sind, dass eine verbindliche Angabe der Lebenszykluskosten (LCC) bzw. Total Cost of Ownership

## Nachhaltiger Kostenvorteil

Es liegt auf der Hand, dass alle Produktivitätskriterien einer wirtschaftlichen Betrachtung standhalten müssen. Dabei sind bekanntlich nicht nur die Investitionskosten ausschlaggebend. Denn so sehr eine hohe Auslastung der Anlagenkomponenten wünschenswert scheint, so schnell kann diese Rechnung durch höhere Instandhaltungskosten aufgrund Überlastung der Komponenten



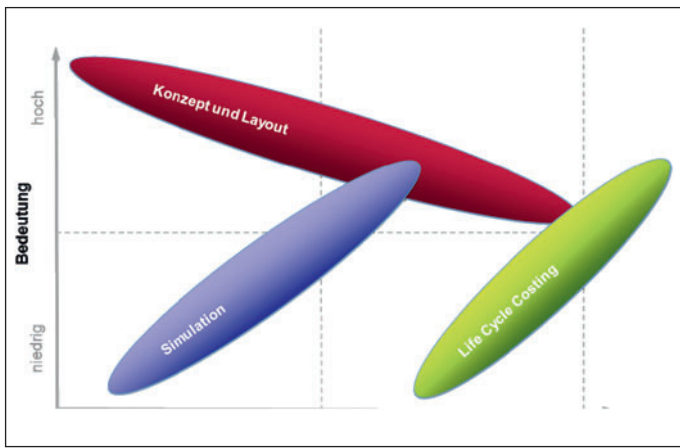


Abb. 3: Bedeutung der Planungsschritte über den Produktentstehungsprozess

(TCO) ein schwer kalkulierbares wirtschaftliches Risiko darstellt. Ungeachtet der weiteren Entwicklung dieser Thematik gilt es aber auch die Vorteile zu sehen: Speziell Hersteller hochqualitativer Anlagen haben so auch die Chance, die Vorteilhaftigkeit der Produktionskonzepte über die Beschaffung hinaus darzustellen.

Fill bietet mit dem LCC-Rechner eine Softwarelösung an, welche, basierend auf der VDMA 34160, die Ermittlung der Lebenszykluskosten in der Konzeptionsphase der Anlage unterstützt. Diese frühe Analyse sichert nicht nur die Kosteneffizienz von Anlagenkonzepten ab, sie fördert vor allem ein besseres Kostenverständnis bei unterschiedlichen Produktionskonzepten. Analog zur Anlagensimulation ist aber auch hier großes Augenmerk auf

die Qualität der Eingangsdaten zu richten, um die Qualität der Ergebnisse sicherzustellen.

### Ausblick auf weitere Entwicklung

Aus Sicht von Fill steigt die Bedeutung der Werkzeuge der digitalen Fabrik sehr schnell an. So liegt die Steigerungsrate bei im Unternehmen durchgeführten Simulationen bei größer 50 % pro Jahr. Aufgrund der gemeinsamen Datenbasis ist ein Zusammenwachsen der Werkzeuge naheliegend. **Abb. 3** zeigt die Bedeutung der Werkzeuge und Planungsschritte über den Produktentstehungsprozess aus Unternehmenssicht. Schlussendlich braucht der starke Engineering-Aspekt dieser Werkzeuge ein sehr gut darauf abgestimmtes Dienstleistungsangebot.

### Zusammenfassung

Die rasanten Entwicklungen der Rechenleistung von Computerhardware ermöglichen den Einsatz der „Digitalen Fabrik“ auf breiter Front. Durch den Einsatz der Anlagensimulation können Maschinen- und Anlagenkonzepte in einer frühen Planungsphase auf ihre Produktivität überprüft werden. Zusätzliche Softwarelösungen, wie Lebenszykluskostenrechner oder Maschinendatenanalyse-Systeme, erweitern die Simulation zu einem Planungs- und Optimierungsregelkreis. Ziel ist es, die am besten geeigneten Maschinen optimal in einen leistungsfähigen Produktionsablauf einzubinden.

#### Kontaktadresse:

FILL Gesellschaft m.b.H. | A-4942 Gurten/OÖ | Fillstraße 1  
Tel: +43 (0)7757 7010-0 | Fax: +43 (0)7757 7010-8396  
E-Mail: matthias.gamisch@fill.co.at | www.fill.co.at

**BRANDNEU!**  
**Ab sofort lieferbar!**



**BRANDNEU!**  
**Ab sofort lieferbar!**

### 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



## Rückblick auf die 52. Slowenische Gießerei-Tagung in Portoroz



Ein fast voll besetztes Plenar-Auditorium



Fotos: Tomaz Lunder

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

Nach dem schon traditionellen Begrüßungsempfang der Tagungsteilnehmer beim Bürgermeister des Hafenstädtchens Piran am Vorabend der Tagung fand am 13. und 14. September im Kongreßzentrum des Hotels Slovenija an der Riviera der Adriastadt Portoroz die 52. Gießerei-Tagung der slowenischen Gießereifachleute unter dem Motto „Innovationspotenzial in Gießereien“ mit wieder großer internationaler Beteiligung statt. 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 Slovenije DLS, eröffnete die Tagung und

konnte 34 namhafte Vortragende, zahlreiche ausstellende Firmen und über 200 Tagungsteilnehmer aus 14 Ländern (Bosnien u. Herzegowina, Dänemark, Deutschland, Großbritannien, Kroatien, Indien, Italien, Österreich, Polen, Rumänien, Schweiz, Serbien, Tschechische Republik, Ungarn) und Slowenien willkommen heißen.

Das Vortragsangebot spannte wieder einen weiten Bogen über den heutigen Stand der Gießertechnologie.

Die Plenarvorträge konzentrierten sich auf Kennzahlen der slowenischen Gießereiindustrie und das Forschungspotential der Gießereiabteilungen der Universitäten Ljubljana,

Maribor und Zagreb, auf verfügbares Innovationspotential als Voraussetzung für die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit, Fortschritte in der Simulationsanwendung, neuere Entwicklungen am Druckgusssektor, Verfahrensentwicklung für die Herstellung großer, dünnwandiger Flugzeugteile sowie Qualitätsoptimierung von Gusseisen mit Kugelgraphit.

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

Auf der Eisenseite wurden neueste Untersuchungsergebnisse über das Umwandlungsverhalten sowie die Prozessoptimierung durch Simulation von ADI-Werkstoffen mitgeteilt, Gefüge und Eigenschaften von dickwandigem Sphäroguss sowie die mechanischen Eigenschaften der Eisen-Kohlenstoff-Gusswerkstoffe diskutiert, Elektronenmikroskopische Gefügeanalysen des Graphits im Grauguss vorgestellt, über optimierte Verfahren zur Herstellung von Wasserturbinschaufeln und den erfolgreichen Einsatz des Database-Systems zur raschen Informationsweitergabe berichtet. Referate über Bentonitbeurteilung im Zusammenspiel mit der Simulation, über Einsatz der Thermischen Analyse bei Sphäroguss, Betrachtungen zur Kosteneffizienz bei der Grauguss-Produktion und Einschluss-Analysen bei Stahlguss rundeten das Vortragsangebot auf der Eisenseite ab.

Foto: E.N.



31 Firmen präsentierten ihr Zuliefer- und Dienstleistungsangebot im Kongreßfoyer.



Die NE-Metallsparte startete mit einem Beitrag zum Einfluss eines niederfrequenten elektromagnetischen Feldes auf die Eigenschaften von Al-Guss, erörterte den Einsatz der Thermischen Analyse beim Guss von AlSi9MgMn, den Vorteil des Jet-Cooling bei Al-Druckguss, Thermodynamische Modellierung und Numerische Simulation. Außerdem wurde auf Herstellung, Eigenschaften und Anwendung von verbesserten Werkstoffen für elektrische Kontakte eingegangen, das thermische Umfeld von Druckgusswerkzeugen analysiert, der Einsatz optischer Emissionsspektrometer zur Metallanalyse besprochen, Anregungen zur intelligenten Nutzung von Ressourcen zur Kosteneinsparung gegeben, die Vorteile des Einsatzes wasserbasierter Trennstoffkonzentrate beim Druckgießen aufgezeigt und auf innovative Lösungen von DISA und Wheelabrator für Gießereien hingewiesen.

Eine Posterschau über 9 Projekte ergänzte die Vortragsdarbietungen.

Ein österreichischer Plenar-Beitrag kam von P. Schumacher (Vortragender), J. Rosc, D. Habe und G. Schindelbacher zum Thema „Novel Developments in Computed X-Ray Tomography for Al-Alloys“.

Foto: E.N.



Professor Dr. Peter Schumacher referierte in seinem Plenarvortrag über neuere Entwicklungen aus dem Österreichischen Gießerei-Institut

Alle Tagungsvorträge sind als Kurzauszüge in einem Tagungsband (102 Seiten DIN A 4 mit Anhang) mit inkludierter CD-ROM (116 MB mit 32 meist englischsprachigen Vollbeiträgen und 5 Postern) enthalten.

#### Die slowenische Gießereiindustrie\*)

beschäftigte im Jahre 2011 3.726 Mitarbeiter (–2,5% gegenüber 2010) in 65 Gießereien (um 2 Gießereien weniger als 2010). Der Jahresumsatz 2011 betrug 417 Mio Euro (+16,8%) bei einem Exportanteil von fast 70 %. Die Ausgaben betrugen 414,3 Mio Euro (+18,7%): Materialkosten 60,3%, Löhne 20,1%, Gehälter 14,4%, Abschreibungen 5,2%.

Die gesamte Wertschöpfung belief sich auf 124,6 Mio Euro (+10,8% gegenüber 2010), d.s. 33.450 Euro/Beschäftigtem (13,7% mehr als 2010).

Die Gesamtproduktion betrug 180.767 t (+9,7% gegenüber 2011), davon waren: 76.765 t Grauguss (+4,4%), 33.205 t Gusseisen mit Kugelgraphit (+29 %), 35.279 t Stahlguss und Temporguss (+3 %), 30.377 t LM-Guss (+11 %), Zn-Legierungen 2.910 t (+19 %), Cu-Legierungen 1.582 t (+54,9 %), Mg-Legierungen 650 t (–1,2 %), andere NE-Legierungen 210 t (+20 %).

#### 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 a. its Research a. Development Potential in 2011; Vortrag auf der 52. Slowenischen Gießereitagung am 13.9.2012 in Portoroz.

#### 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 Temporguss**



# Veranstaltungskalender

## Weiterbildung – Seminare – Tagungen – Kongresse – Messen

Der Verein Deutscher Gießereifachleute bietet im Jahre 2012 in seiner VDG-Akademie folgende Weiterbildungsmöglichkeiten an:

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

### 2012

|            |                |                                                                                                    |
|------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 23.10.     | Düsseldorf     | Zeitmanagement (WS)                                                                                |
| 24./25.10. | Bad Rappenau   | Fortbildungslehrgang für Immissionsschutzbeauftragte in Gießereien (FL)                            |
| 25./27.10. | Goslar         | Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt- und Speisertechnik im Leichtmetall-Sand- und Kokillenguss (SE) |
| 30./31.10. | Düsseldorf     | Schichten von Sandformen und Kernen (SE)                                                           |
| 02./03.11. | Stuttgart      | Schmelzen von Aluminium (QL)                                                                       |
| 05./06.11. | Düsseldorf     | Werkstoffkunde der Gusseisenwerkstoffe (SE)                                                        |
| 08.11.     | Düsseldorf     | Eigenschaften und Schmelztechnik der Al-Gusslegierungen (QL)                                       |
| 22./24.11. | Duisburg       | Grundlagen der Gießereitechnik (QL)                                                                |
| 26.11.     | Düsseldorf     | Gefügebildung und Gefügeanalyse der Aluminium-Gusswerkstoffe (SE)                                  |
| 04./05.12. | Düsseldorf     | Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt- u. Speisertechnik bei Stahlguss (SE)                           |
| 06./08.12. | Bedburg-Kaster | Führungskompetenz für die betriebliche Praxis (WS)                                                 |
| 07./08.12. | Düsseldorf     | Qualitätssicherungsfachkraft für Gießereien – 1. Teilkurs (QL)                                     |
| 10.12.     | Düsseldorf     | Anwendung der Konstruktion in der Gussherstellung – Druckguss (SE)                                 |
| 17./18.12. | Düsseldorf     | Maß-, Form- und Lagetolerierung von Gussstücken (SE+PS)                                            |

### Änderungen von Inhalten, Terminen u. Durchführungsorten vorbehalten!

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

**Nähere Informationen** erteilt der VDG: D-40237 Düsseldorf, Sohnstraße 70, Tel.: +49 (0)211 6871 256, E-Mail: [info@vdg-akademie.de](mailto:info@vdg-akademie.de), Internet: [www.vdg-akademie.de](http://www.vdg-akademie.de) | Leiter der VDG-Akademie: Dipl.-Bibl. Dieter Mewes, Tel.: +49 (0)211 6871 363, E-Mail: [info@vdg-akademie.de](mailto:info@vdg-akademie.de) | Seminare, Meistergespräche, Fachtagungen: Frau Andrea Kirsch, Tel.: 362, E-Mail: [andrea.kirsch@vdg-akademie.de](mailto:andrea.kirsch@vdg-akademie.de) | Qualifizierungslehrgänge, Workshops: Frau Corinna Knöpken, Tel.: 335/336, E-Mail: [corinna.knoepken@vdg-akademie.de](mailto:corinna.knoepken@vdg-akademie.de) | Inhouse-Schulungen – AZWV-Zertifizierungen: Martin Größchen, Tel.: 357, E-Mail: [martin.groesschen@vdg-akademie.de](mailto:martin.groesschen@vdg-akademie.de)

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

### DGM-Fortbildungsseminare u. -praktika der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e.V. ([www.dgm.de](http://www.dgm.de))

### 2012

|            |              |                                                                             |
|------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 12./13.11. | Karlsruhe    | Mechanische Oberflächenbehandlung zur Verbesserung der Bauteileigenschaften |
| 19./20.11. | Bochum       | Modellierung u. Simulation                                                  |
| 27./28.11. | Dortmund     | Moderne Werkstoffe spanend bearbeiten                                       |
| 27./29.11. | Dortmund     | Moderne Beschichtungsverfahren                                              |
| 27./30.11. | Frankfurt/M. | 19. EUROMOLD ( <a href="http://www.euromold.com">www.euromold.com</a> )     |
| 28./29.11. | Köln         | Bauteilschädigung durch Korrosion                                           |
| 29./30.11. | Dresden      | Bauteilmetallographie                                                       |
| 03./04.12. | Frankfurt    | Innovationsmanagement – Erzeugen, Erkennen, Umsetzen                        |
| 05./06.12. | Dortmund     | Verschleiß- u. Korrosionsschutzschichten                                    |
| 05./07.12. | Berlin       | Bauteilmetallographie                                                       |

### Weiterführende Informationen gibt das Online-Portal der DGM:

DGM-aktuell: <http://dgm.de/dgm-info/dgm-aktuell> (kostenfrei)

DGM-newsletter: <http://dgm.de/dgm-info/newsletter> (kostenfrei)

AEM (Advanced Engineering Materials): <http://dgm.de/dgm-info/aem> (kostenfrei für DGM-Mitglieder)

**Kontaktadresse:** DGM Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V., D-60325 Frankfurt a.M., Senckenberganlage 10, Tel.: +49 (0)69 75306 757, E-Mail: [np@dgm.de](mailto:np@dgm.de), [www.dgm.de](http://www.dgm.de), [www.materialsclub.com](http://www.materialsclub.com).



**Weitere (internationale) Veranstaltungen:****2012**

|            |                     |                                                                                                                                                                                   |
|------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 23./25.10. | Stuttgart           | parts2clean – Internationale Leitmesse für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung ( <a href="http://www.parts2clean.de">www.parts2clean.de</a> )                            |
| 23./25.10. | München             | MATERIALICA 2012 – Int. Messe f. Werkstoffanwendungen ( <a href="http://www.materialica.de">www.materialica.de</a> )                                                              |
| 24.10.     | Ostfildern          | Metallische Gusswerkstoffe u. Gussstücke in europäischen Normen und in anderen Technischen Regeln ( <a href="http://www.tae.de">www.tae.de</a> )                                  |
| 25.10.     | Essen               | Metallische Werkstoffe für Windkraftanlagen ( <a href="http://www.hdt-essen.de">www.hdt-essen.de</a> )                                                                            |
| 25./26.10. | Freiberg            | 22. Freiburger Ledebur-Kolloquium ( <a href="mailto:simone.bednarek@bdguss.de">simone.bednarek@bdguss.de</a> )                                                                    |
| 05./06.11. | Essen               | 3. Praxisseminar Induktives Schmelzen und Giessen von Eisen- und NE-Metallen ( <a href="http://www.energieeffizienz-thermoprozess.de">www.energieeffizienz-thermoprozess.de</a> ) |
| 06./07.11. | Freiburg            | HochschulKupfersymposium HKS 2012 ( <a href="http://www.kupferinstitut.de">www.kupferinstitut.de</a> )                                                                            |
| 06./07.11. | Dresden             | Innovative Fahrzeugantriebe ( <a href="http://www.vdi.de/fahrzeugantriebe">www.vdi.de/fahrzeugantriebe</a> )                                                                      |
| 07./08.11. | Gmunden             | 7. Ranshofener Leichtmetalltage ( <a href="http://www.lkr.at/lmt2012">www.lkr.at/lmt2012</a> )                                                                                    |
| 08./09.11. | Krefeld             | 1. Int. Fachtagung CastTec 2012 „Die Welt der Gusseisenwerkstoffe – Vielfalt für die Zukunft“ ( <a href="http://www.casttec2012.de">www.casttec2012.de</a> )                      |
| 15./17.11. | Buenos Aires (AR)   | EXPOFUN 2012 ( <a href="http://www.colfun-expofun.com.ar">www.colfun-expofun.com.ar</a> )                                                                                         |
| 16./19.11. | Sharm El-Sheik (EG) | 9 <sup>th</sup> ARABCAST-2012 (Info: <a href="mailto:egyptfoundry@hotmail.com">egyptfoundry@hotmail.com</a> )                                                                     |
| 27./30.11. | Frankfurt           | Euromold 2012 ( <a href="http://www.euromold.com">www.euromold.com</a> )                                                                                                          |
| 06./07.12. | Bad Nauener         | Tagung Werkstoffprüfung ( <a href="http://www.tagung-werkstoffpruefung.de">www.tagung-werkstoffpruefung.de</a> )                                                                  |

**2013**

|               |                    |                                                                                                                                                      |
|---------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 29./30.01.    | Duisburg           | 13. Internationales CAR-Symposium ( <a href="http://www.uni-due.de/car">www.uni-due.de/car</a> )                                                     |
| 30.01./01.02. | Salzburg           | HIGHLIGHT – 1. Europäische Fachmesse für Leichtbau und innovative Technik ( <a href="http://www.hilight-salzburg.com">www.hilight-salzburg.com</a> ) |
| 05./06.02.    | Magdeburg          | 7. VDI-Fachtagung „Gießtechnik im Motorenbau“ ( <a href="http://www.vdi.de/giesstechnik2013">www.vdi.de/giesstechnik2013</a> )                       |
| Februar       | Landshut           | Landshuter Leichtbau-Kolloquium LLC ( <a href="http://www.leichtbau-colloquium.de">www.leichtbau-colloquium.de</a> )                                 |
| 05./06.03.    | Rheinbach (D)      | Fachtagung „Feuerfest in der Giesserei-Praxis“ ( <a href="http://www.wzr.cc">www.wzr.cc</a> )                                                        |
| 10./15.03.    | Ermatingen (CH)    | Systematische Beurteilung Technischer Schadensfälle                                                                                                  |
| 19.03.        | Sindelfingen       | 13. Int. Deutscher Druckgusstag ( <a href="mailto:veronika.wann@bdguss.de">veronika.wann@bdguss.de</a> )                                             |
| 19./20.03.    | München            | Produktionskongress ( <a href="mailto:info@muenchener-kolloquium.de">info@muenchener-kolloquium.de</a> )                                             |
| 28./30.03.    | Istanbul           | BORU 2013 – Tube and Pipe Industry ( <a href="http://www.borufair.com">www.borufair.com</a> )                                                        |
| 06./09.04.    | St.Louis (USA)     | CastExpo '13 und 117 <sup>th</sup> AFS Metalcasting Congress ( <a href="http://www.afsinc.org">www.afsinc.org</a> ) mit <b>WFO Technical Forum</b>   |
| 11./12.04.    | Leoben             | <b>57. Österreichische Gießereitagung (E-Mail: <a href="mailto:office@ogi.at">office@ogi.at</a>)</b>                                                 |
| 25./26.04.    | Stuttgart-Fellbach | Deutscher Gießereitag 2013 (E-Mail: <a href="mailto:gabriela.bederke@vdbg.de">gabriela.bederke@vdbg.de</a> )                                         |
| 03./05.09.    | Bremen             | LightMat 2013 – Int. Conference on light Materials ( <a href="http://www.dgm.de/lightMAT2013">www.dgm.de/lightMAT2013</a> )                          |
| 14./18.05.    | Mailand            | 8 <sup>th</sup> World Congress „Aluminium Two Thousand“ ( <a href="http://www.aluminium2000.com">www.aluminium2000.com</a> )                         |
| 18./20.09.    | Friedrichshafen    | 47. Metallographietagung ( <a href="http://www.dgm.de">www.dgm.de</a> )                                                                              |
| 18./20.09.    | Portoroz (SLO)     | 53. Slowenische Gießereitagung ( <a href="http://www.drustvo-livarjev.si">www.drustvo-livarjev.si</a> )                                              |

**2014**

|            |                  |                                                                                                               |
|------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14./16.01. | Nürnberg         | EUROGUSS                                                                                                      |
| 18./19.02. | Duisburg         | 10. Formstofftage (E-Mail: <a href="mailto:heinz-josef.wojtas@uni-due.de">heinz-josef.wojtas@uni-due.de</a> ) |
| 08./11.04. | Schaumburg (USA) | 118 <sup>th</sup> AFS Metalcasting Congress ( <a href="http://www.afsinc.org">www.afsinc.org</a> )            |
| 06./08.05. | Karlsruhe        | Friction, Wear and Wear Protection ( <a href="http://www.dgm.de">www.dgm.de</a> )                             |
| 19./21.05. | Bilbao (E)       | <b>71. WFC World Foundry Congress 2014 (<a href="http://www.thewfo.com">www.thewfo.com</a>)</b>               |
| 11./14.06. | Verona (I)       | Metef – Foundeq                                                                                               |

**2015**

|            |            |                                                                                                          |
|------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15./20.06. | Düsseldorf | GIFA, METEC, THERMPROCESS, NEWCAST ( <a href="http://www.gifa.de">www.gifa.de</a> ) mit WFO-Techn. Forum |
|------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*Für die Angaben übernimmt die Redaktion keine Gewähr!*



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

## Tätigkeitsbericht 2011

Das Jahr 2011 hat sich nach der Erholung in 2010 als Rekordjahr für das ÖGI gestaltet. Aufbauend auf die zunehmenden F&E-Aktivitäten in der Automobilindustrie und damit in der zuliefernden Gießereiindustrie haben sich auch die fakturierten F&E-Aufträge am ÖGI stark vermehrt. Die richtungsweisenden kooperativen Forschungsprojekte am ÖGI ermöglichten eine ausgewogene Auslastung zwischen Projektarbeit und fakturierten Aufträgen. Insbesondere die vielfältigen Projektbeteiligungen mit der österreichischen Gießereiindustrie im Bereich der gezielten Kühlung von Dauerformen und in der Entwicklung von Eisengusswerkstoffen neben anderen Forschungsprojekten ermöglichten es dem ÖGI mit seinem Innovationspotential österreichische Gießereien zielgerichtet zu unterstützen.

Im Bereich der Aus- und Weiterbildung hat das ÖGI neben der Radioskopie-Ausbildung und dem Weiterbildungsseminar zum Gießerei-Technologen sich auch bei der Lehrlingsausbildung zum Gießereitechniker im vierten Ausbildungsjahr eingebracht. Damit steht das ÖGI in Leoben im Zentrum der Bildungsaktivitäten für die österreichische Gießereiindustrie.

Richtungsweisende Investitionen konnten im Berichtsjahr durch die Aufrüstung der Computertomographie mit einem neuen Detektor sowie einer Graphikkarten-unterstützten Datenrückführung, aber auch in anderen Laboratorien umgesetzt werden.

Die grundlegende Aufstellung des ÖGI mit seiner Infrastruktur und als Know-how-Domäne ermöglicht es der österreichischen Gießereiindustrie, innovative wertschöpfende Produktentwicklungen durch Forschung und Ausbildung umzusetzen.

### Weiterbildungsseminar Gießereitechniker

Am 2. Dezember 2011 konnten 14 Eisen- und 10 Nichteisen-Gießer nach erfolgreicher Prüfung ihr Zertifikat für die Ausbildung zum Gießereitechniker in Empfang nehmen (**Bild 1**), zwei Teilnehmer erlangten ihr Zertifikat nach einer Wiederholungsprüfung. Die Zahl der Absolventen stieg nach 5 Lehrgängen auf insgesamt bereits 96. Das Seminar leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der technischen und betriebswirtschaftlichen 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 Produktionsstandorten bei.

Die Ausbildung dauerte von September bis Dezember 2011 und umfasste 3 technische und 3 betriebswirtschaftliche Blöcke zu je 2,5 Tagen (Donnerstag, Freitag und Samstag), wobei der technische Teil in Einheiten für Eisen- und Nichteisengießer unterteilt war.

Um die praktische Komponente der Ausbildung zu vertiefen, mussten die Teilnehmer im technischen Teil ein firmenspezifisches Projekt ausarbeiten. Dabei stand das Team des ÖGI mit Fachauskünften tatkräftig zur Seite. Am Prüfungstag wurden die Projekte vor einer Fachkommission, die auch in einem Fachgespräch das technische und betriebswirtschaftliche Wissen der Kandidaten überprüfte, präsentiert. Die Ausbildung zum Gießereitechniker schloss mit der Übergabe der Zertifikate und einem gemütlichen Ausklang am ÖGI ab.

### Schulungen und Seminare

#### Allgemeine Seminare

Im abgelaufenen Jahr wurden vom Österreichischen Gießerei-Institut zusätzlich zur Ausbildung zum Gießereitechniker 4 In-house-Schulungen mit 26 Teilnehmern in österreichischen Gießereien und bei Gussanwendern durchgeführt. Seit dem Jahr 2004 besuchten insgesamt 1273 Personen diese Weiterbildungsveranstaltungen. Zusätzlich wurden im Rahmen der Kooperation mit dem Lehrstuhl für Gießereikunde der Montanuniversität Leoben 6 Übungen für Studenten der Studienrichtungen Metallurgie und Maschinenbau abgehalten. Schulungen und Seminare wurden 2011 zu folgenden Themenschwerpunkten abgehalten:

- Aluminiumtechnologie
- Gusseisentechnologie
- Simulation von Gussteilen
- Werkstoffprüfung



Bild 1: Teilnehmer und Referenten des Gießereitechniker Lehrganges 2011



## Radioskopie

Seit dem Jahre 2009 ist das ÖGI als Ausbildungs- und Prüfungszentrum für Radioskopie-Ausbildungen von der Österreichischen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung (ÖGfZP) in diesen Bereichen akkreditiert und zertifiziert. Das ÖGI ist damit die einzige Ausbildungsstelle in Österreich, die Fachkurse nach ÖNORM M3041 und M3042 für RT (Radioskopie) der Stufen 1 und 2 anbietet. Diese Ausbildungskurse sind mit den in Deutschland von der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung (DGfZP) 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 473 ab.

## Forschung und Entwicklung

Für Forschungsprojekte im allgemeinen Interesse wurden Leistungs- und Investitionsförderungen durch projektgebundene Förderbeiträge (EFRE- und FFG-Mittel) der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) von rund € 1.248.139,- 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:

- Technische Möglichkeiten und Grenzen der Computertomographie (FFG/SFG).
- Entwicklung einer duktilen AlMgSi Gusslegierung (FFG/SFG)
- Messverfahren für Hochtemperatur-Druck- und Hystereseveruche für numerische Simulationen (FFG/SFG)

Weiters wurden die folgenden Forschungsvorhaben mit Firmenbeteiligungen durchgeführt:

- Gießtechnologisches und mechanische Eigenschaften von Al-Legierungen im Niederdruck-Kokillenguss (SAG)
- High Performance Aluminium based Bearings (MIBA-Laakirchen)
- Einflussgrößen auf ein homogenes Al-Gussgefüge (FFG-Borbet)

- Formfüllungs- und Erstarrungssimulation im Schleuderguss (Duktus)
- „Druckguss“ (COIN FFG)

Auf europäischer Ebene wurden mehrere Projektanträge als Mittragssteller innerhalb des EU-Förderprogrammes *Kooperatives Netzwerk* 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 2011 hat sich der Trend fortgesetzt, dass das ÖGI zunehmend als zentraler Hauptpartner in von Firmen beantragten FFG-Projekten 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 (**Bild 2**).

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 Mg<sub>2</sub>Si-Eutektikum grob und lamellar ausgebildet und das duktile Werkstoffverhalten der Legierung geht verloren. Diese Tatsache verhinderte bislang den Einsatz dieser Legierungen für die Herstellung von Bauteilen im Sand- und Kokillengießverfahren.

Nachdem bereits im ersten Projektjahr eine prinzipielle Möglichkeit zur Modifizierung des Eutektikums gefunden werden konnte, sind im zweiten Projektjahr die Parameter für die Lösungsglühung und die Warmauslagerung für eine vollständige Wärmebehandlung dieser Legierung optimiert worden. Erst dadurch kommt es bei warmahärtbaren Aluminiumlegierungen zum Erreichen der bestmöglichen Eigenschaften. In diesem Projektabschnitt wurde die optimale Lösungsglühtemperatur der Wärmebehandlung für eine AlMgSi-Gusslegierung, die MAXXALLOY® – 59, im Kokillenguss untersucht und ermittelt.

Für die Bestimmung der notwendigen Parameter, Temperatur und Dauer der Wärmebehandlungsschritte, wurden umfangreiche Recherchen in einschlägiger Literatur sowie Berechnungen mit der Software Thermo-Calc® und Abgüsse und Ver-

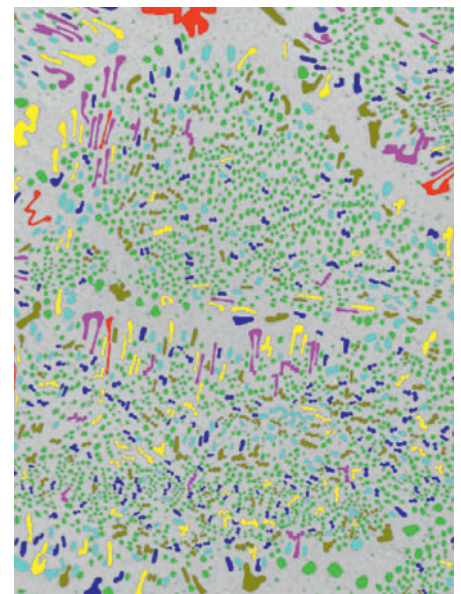


Bild 2: Auswirkungen auf die Gefügemodifikation.

suche mittels dynamischer Differenzkalorimetrie durchgeführt. Zur Überprüfung der ermittelten Werte für Lösungsglühtemperatur und -dauer wurden umfassende mikroskopische Untersuchungen und mechanische Prüfungen gemacht.

Am 3. Mai 2011 wurde am österreichischen Patentamt in Wien ein Patent mit dem Titel „Verfahren zur Raffination und Gefügemodifikation von AlMgSi-Legierungen“ eingereicht. Dadurch konnte die Kompetenz und Tradition des ÖGI im Bereich der Werkstoffentwicklung untermauert bzw. fortgesetzt werden.

## 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 Gießertechnik GmbH, Düsseldorf [IfG]) bearbeitet wird.

Das Gefüge von Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) ist vielfältig beeinflussbar und das Anwendungspotential ist bei weitem noch nicht ausgeschöpft. GJS wird in vielen Bereichen des Maschinen-, Fahrzeug- und Motorenbaus sowie in der Energie-, Umwelt- und Nukleartechnik eingesetzt. Die technologischen Eigenschaften der in der EN 1563 genormten GJS-Sorten werden über das Ferrit/Perlit-Verhältnis des Matrixgefüges eingestellt. Der Perlitanteil und seine Verteilung im Gussstück hängen hauptsächlich von der chemi-

schen Zusammensetzung (insbesondere Si, Mn, Cu, Sn) des Werkstoffes ab sowie von der Kugeldichte (Wanddicke und Impfung) und der Abkühlgeschwindigkeit (Wanddicke und Ausleerzeit).

Silizium ist ein Ferritbildner (vermindert also den Perlitanteil) und erhöht die Festigkeit und Härte des Ferrits durch Mischkristallverfestigung. Durch Erhöhung des Siliciumgehaltes von (prozess- und wanddickenabhängig) üblicherweise ca. 2,2 bis 2,8 % auf >3,5 % Si entsteht ein praktisch vollferritisches Matrixgefüge mit einer den teilperlitischen Sorten vergleichbaren Festigkeit. Obwohl durch die Mischkristallverfestigung des Ferrits bei erhöhtem Siliciumgehalt zwar auch dessen Verformungsver-

mögen abnimmt, überwiegt hinsichtlich der Auswirkung auf die Bruchdehnung im Zugversuch die Beseitigung des Perlitanteiles. Der Nettoeffekt der Si-Zugabe ist eine Festigkeit wie bei GJS-500/600 bei gleichzeitig höherer Bruchdehnung (weil voll-ferritisch), und das weitgehend wanddickenunabhängig!

Die 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 Härte-toleranzen bei hohen Wanddickenunter-

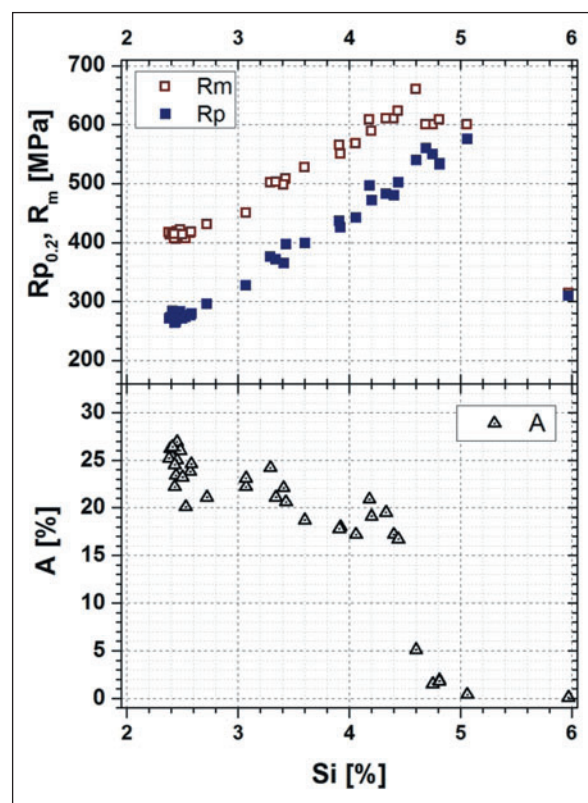


Bild 3: Statische Kennwerte: 0,2%-Dehngrenze ( $R_{p0,2}$ ), Zugfestigkeit ( $R_m$ ) und Dehnung ( $A$ ) in Abhängigkeit vom Si-Gehalt der Schmelze

schieden. Ein weiterer Vorteil könnte auch eine höhere Toleranz gegenüber perlit- und carbidstabilisierenden Begleitelementen sein, wodurch mehr Spielraum bei den Einsatzmaterialien gegeben ist, was Gegenstand weiterer Untersuchungen ist.

Die Neuauflage der EN-1563 beinhaltet die auf diese Weise herzustellenden Sorten GJS-450-18, GJS-500-14 und GJS-600-10 (**Tabelle 1**), so dass von einem raschen Anstieg der Anwendung auszugehen ist.

Erste Untersuchungsergebnisse von mechanischen Kennwerten (siehe **Bild 3**) zeigen, dass die Werte sehr hohe Abhängigkeit von der Ausbildung des Graphitanteils der Form III zeigen. Die Auswertung der 0,2%-Dehngrenze weist auf eine deutliche Verschlechterung der Duktilität bei Siliziumgehalten über 4,3 % hin, so dass hier eine erste prozessabhängige Grenze gezogen werden kann.

Die genauen Zusammenhänge der Ausbildung der Mikrostruktur, insbesondere der Graphitform, verbunden mit gießtechnischen Prozessparametern und verwendeten Materialien, sind Gegenstand von derzeit laufenden Untersuchungen.

Neben der normgemäßen Ermittlung der werkstofftechnischen Eigenschaften der neuen Normsorten werden derzeit auch gießtechnologische

| Mechanische Kennwerte                     | Werkstoffbezeichnung |               |               |
|-------------------------------------------|----------------------|---------------|---------------|
|                                           | EN-GJS-450-18        | EN-GJS-500-14 | EN-GJS-600-10 |
| <b>Rm min.</b><br>[N/mm <sup>2</sup> ]    | 450                  | 500           | 600           |
| <b>Rp0,2 min.</b><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | 350 (310)            | 400 (320)     | 450 (370)     |
| <b>A [%]</b>                              | 18 (10)              | 14 (7)        | 10 (3)        |

Tabelle 1: Eigenschaften der neuen Werkstoffe, die bei der Revision der DIN EN 1563 zusätzlich in die Norm aufgenommen wurden (Auszug aus EN 1563, Werte in Klammern: bisherige „alte“ Normwerte)



Eigenschaften, wie Drossverhalten sowie Formfüllungs- und Speisungsverhalten, untersucht. Hierzu wurden eigens spezielle technologische Versuchsanordnungen entworfen bzw. bekannte Versuchsaufbauten adaptiert.

## COIN – HPDC

### High Pressure Die Casting

Das Druckgießen ist ein innovatives, technisch sehr anspruchsvolles Verfahren, mit dem hochkomplexe Bauteile wie z. B. Struktur- oder Powertrain-Bauteile, also Getriebegehäuse oder Motorblöcke, zu wettbewerbsfähigen Kosten in Massenfertigung hergestellt werden können. Dabei erstarrt eine metallische Schmelze unter hohem Druck in einer Dauerform aus Werkzeugstahl. Die dabei freierwerdende Erstarrungswärme muss dem Prozess entzogen werden. Dies geschieht einerseits durch innere Temperierungen im Formwerkzeug, andererseits durch Aufsprühen eines Wasser-Trennmittelgemisches auf die Oberfläche der Formkavität nach dem Öffnen der Form.

Bedingt durch die Integration von unterschiedlichsten konstruktiven Funktionen im Bauteil weist fast jedes Druckgussteil geometriebedingte Wanddickenänderungen und dickwandige Bereiche auf. Diese bilden bei der Erstarrung und Abkühlung lokale thermische Zentren („hot-spots“) aus, deren Erstarrungsschwindigkeit oftmals nicht ausreichend kompensiert werden kann. Dies führt zu Fehlern und mikrostrukturellen Defekten wie etwa Gasporosität, schwammigen Bereichen bzw. zu grobem Gefüge. Bei vorgegebener Geometrie ist eine weitere Steigerung der Bauteileigenschaften nur dadurch möglich, dass diese Gefügeinhomogenitäten weitgehend vermieden werden. Erfahrungsgemäß können die zuvor genannten Fehler bei Teilegruppen wie Lenkgehäusen, Kurbelgehäusen oder Nockenwellenhalterahmen zu sehr hohem internen Produktionsausschuss, vor allem wegen mangelnder Öl- und Gasdruckdichtigkeit, führen.

Es gibt unterschiedliche innovative Lösungsansätze bzw. Maßnahmen zur Verbesserung dieser unbefriedigenden Situation, die jedoch in ihrer Wirkungsweise wenig verstanden sind und kaum systematisch untersucht wurden:

- Neue Strategien zur lokalen Beeinflussung des Temperaturhaushalts des Druckgießprozesses (z. B. Wär-

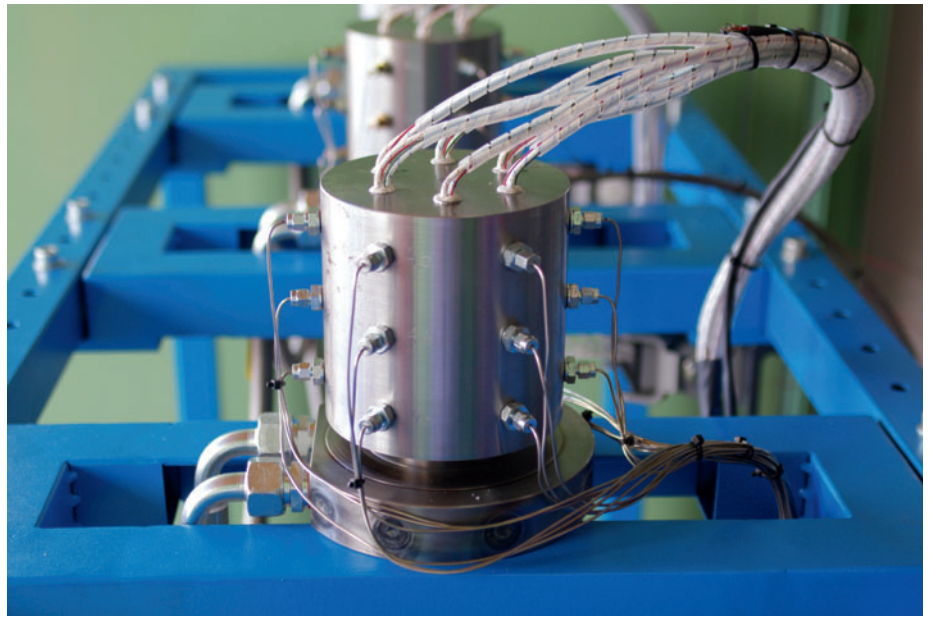


Bild 4: Temperierprüfstand

meleitrohre und StICKKÜHLUNG, GASKÜHLUNG, PULSKÜHLUNG, 3D-FLÄCHENKÜHLUNG, VERWENDUNG alternativer, hochwärmeleitfähiger Werkstoffeinsätze)

- Direktes und indirektes lokales Nachverdichten der erstarrenden Schmelze durch Squeeze-Pins
- Legierungsoptimierung durch Einflussnahme auf das Erstarrungsverhalten (Phasenbildung, Keimbildung und Wachstumsbehinderung grober Phasen)

Um die Wirkungsweise der einzelnen Methoden grundlegend zu verstehen und daraus die Möglichkeiten der gezielten Optimierung der Mikrostruktur zu untersuchen, werden Testwerkzeuge und Prüfstände entwickelt, Versuchsabgüsse durchgeführt und analysiert. Die Auswirkungen der jeweiligen Maßnahme auf die lokalen Eigenschaften im Bauteil werden mit metallografischen Untersuchungen und computertomografischen Auswertungen beurteilt. Die realen Versuche werden 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. Handlungsvorschriften. Mit dem gewonnenen Know-how soll dem Österreichi-

schen Gießerei-Institut ein neuer Kundenkreis in den Geschäftsfeldern Simulation und Produktentwicklung erschlossen werden. Das im Projekt am ÖGI erworbene Wissen soll 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 werden soll.

Im ersten Projektjahr konnten umfangreiche Ergebnisse zur lokalen Temperierung (**Bild 4**), insbesondere in Hinblick auf die unterschiedliche Wirkung von Standard- und Sonderkühlverfahren, sowie auf den Einsatz von Hochleistungswerkstoffen im Druckguss, erzielt werden.

### Neues Formstoffprojekt: Alternative Formstoffe und Formstoffprüfung für die Gießerei

Mit Beginn September 2011 wurde am Österreichischen Gießerei-Institut ein 4-jähriges Forschungsprojekt zum Thema Alternative Formstoffe und Formstoffprüfung neu gestartet, das von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) im Rahmen des Collectiv-Research-Programmes gefördert wird.

Die Ausgangssituation für dieses Forschungsprojekt war durch folgende Überlegungen geprägt:

- Die Formstoffeigenschaften und -qualität sind eine vielfach unterschätzte Komponente für eine

seriensichere Produktion von hochqualitativen Gussstücken.

- Die Formstoffprüfung basiert größtenteils auf dem Entwicklungsstand handbetriebener Einzelgeräte (50er Jahre) und ist nicht auf heutige Formverdichtungsverfahren abgestimmt.
- Formstoffprüfung mit elektronischen, vom Bediener unabhängigen Prüfgeräten ist in den „Startlöchern“, es existiert unseres Wissens dzt. nur eine Maschine am Markt.
- Mit derzeitigem Wissensstand und Kenntnissen über die Formstoffeigenschaften ist eine gezielte Weiterentwicklung mittels numerischer Simulation (z. B. Eigenspannungsanalysen) nicht möglich.

Darauf basierend wurden folgende Projektziele formuliert:

- Neue Formstoffprüfung mit elektronischer Universalprüfmaschine im Vergleich zu herkömmlicher Prüfung
- Regelmäßige Prüfung von Betriebsanden für die teilnehmenden Firmen (Regelkarten)
- Entwicklung alternativer Formstoffe mit verbesserten Wärmeleitfähigkeitseigenschaften
- Einbindung von Simulation und Computertomographie in die Formstoffentwicklung, Formstoffprüfung und Prozessoptimierung
- Vermittlung des erarbeiteten Formstoff-Know-hows in Schulungen und Seminaren

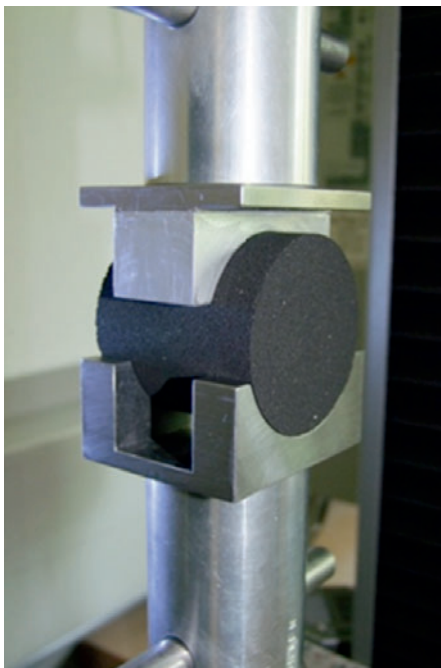


Bild 5: Doppelscherfestigkeitsprüfung in einer Zwick-Z005-5kN Zug-Druck-Universalprüfmaschine

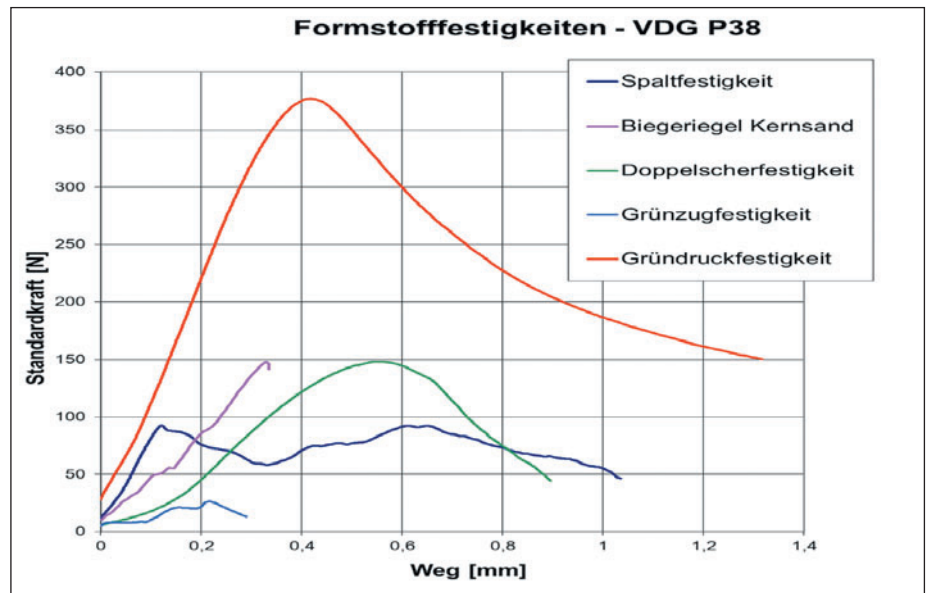


Bild 6: Kraft-Weg-Kurven der gängigen mechanischen Formstoffprüfungen

Die Ermittlung spezifischer Formstoffkennwerte, wie Zug-, Druck-, Biege- und Scherfestigkeit, wurde bisher nach herkömmlichen Methoden mit mehreren „handgesteuerten“ Kleingeräten durchgeführt. Das neue Konzept beruht auf der Durchführung der Formstoffprüfung an einer elektronisch gesteuerten universalen Kleinprüfmaschine mit Tischformat (siehe Bild 5).

Dadurch sind ein gleichmäßiger, vom Bediener unabhängiger Prüfbetrieb, 100 % reproduzierbare Prüfabläufe, gezielte Programmierbarkeit der Prüfabläufe durch elektronische Steuerung und eine exakte Erfassung und Interpretation der Prüfkurven gegeben. Dieses neue Prüfkonzert für Formstoffproben mittels elektronisch gesteuerter Prüfmaschine stellt nach

bisherigen Recherchen in der Formstoffprüfung einen Meilenstein dar, wobei nicht nur hochpräzise Messwerterfassung (siehe Bild 6) als entscheidend zu bewerten ist, sondern auch die Aufzeichnung und Auswertung von Versuchskurven, in gleicher Weise wie beim Zugversuch.

Wesentlich im Formstoffprojekt ist die Nutzung modernster Techniken wie Computertomographie und Simulation. Damit eröffnen sich erstaunliche Möglichkeiten in der dreidimensionalen Erforschung von Form- und Kernsand-Probekörpern sowie von Kernen aus der laufenden Produktion. Die hohe Auflösung der CT-Scans ermöglicht eine detailgetreue Wiedergabe von Partikelformen und Dichteunterschieden. Damit werden Prüfkörper und Kerne in ih-

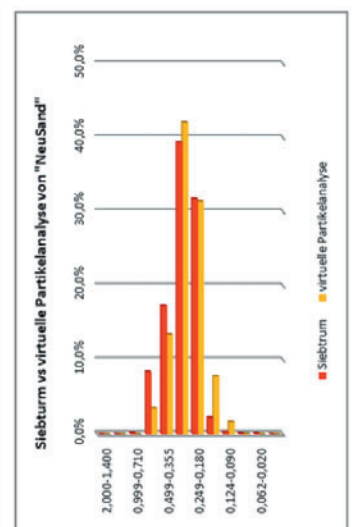
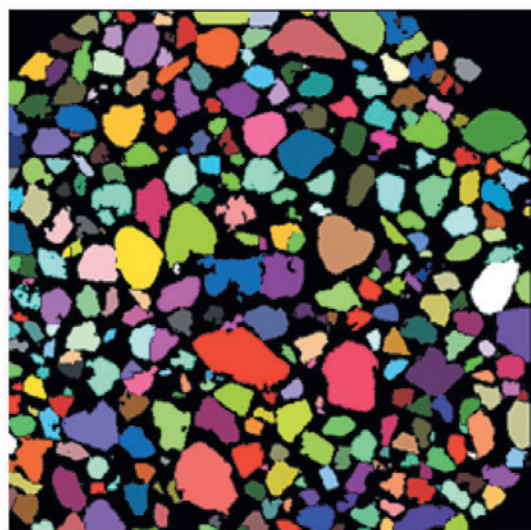


Bild 7: Farbliche Darstellung einer Sandprobe nach dreidimensionalem CT-Scan und die daraus errechnete Korngrößenverteilung als virtuelle Siebanalyse



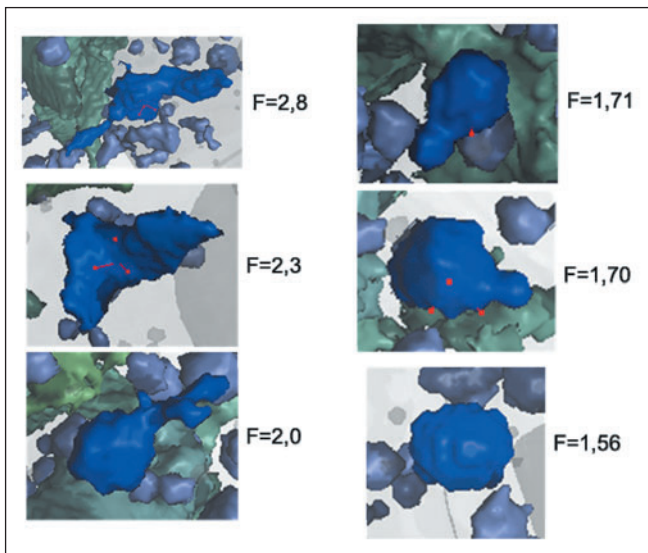


Bild 8: Darstellung einzelner Fehler und deren normierte Formfaktoren.

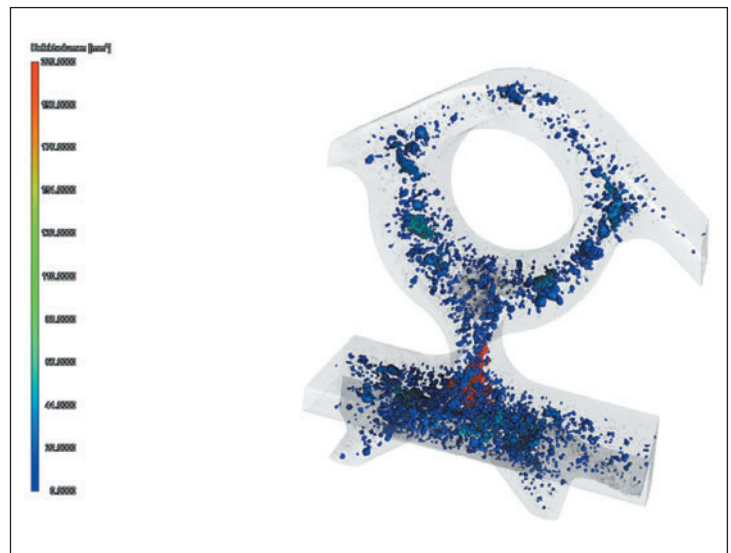


Bild 9: Ergebnis der Porendetektion an einer Region of Interest in einem Bauteil. Klassifizierung lt. Porenvolumen und Porenform

rem Aufbau bis ins kleinste Detail „zerlegt“ und innere Volumeninhomogenitäten und Fehler jeder Art offengelegt. Mittels „virtueller Siebanalyse“ am Computertomographen können die Formstoffpartikel, wie mit dem klassischen Siebturm, analysiert und klassifiziert werden, auch wenn die Sandkörner bereits kunstharzgebunden vorliegen. Der Vergleich der klassischen mit der virtuellen Siebanalyse brachte bereits bei ersten Versuchen eine überraschend hohe Übereinstimmung (**Bild 7**).

## Projekt NEMO

### Neue Methode zur erweiterten Qualitätsbeurteilung von Aluminiumgussstücken mittels Computertomographie

Obwohl die Computertomographie in den letzten Jahren verstärkt in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung eingesetzt wird, gibt es derzeit keine einheitliche Methodik bei der Analyse von CT-Daten. Außerdem existiert bis dato weder eine Einstufung unterschiedlicher Defekte und Defektgrößen noch eine Korrelation der detektierten Fehlstellen mit der Bauteilqualität.

Im Jahr 2011 startete das Forschungsprojekt „Neue Methode zur erweiterten Qualitätsbeurteilung von Aluminiumgussstücken mittels Computertomographie“ (NEMO), das vom ÖGI gemeinsam mit dem Institut für Gießereitechnik (IfG) in Düsseldorf durchgeführt wird. Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer einheitlichen Auswertemethodik zur Analyse von Volumendefekten in Gussbauteilen und die Verknüpfung

dieser Ergebnisse mit der Finite-Elemente-Simulation und den mechanischen Eigenschaften. Es soll ein Qualitätsfaktor definiert werden, der in mehreren Abstufungen die genannten Zusammenhänge beschreibt. Anhand der Auswertung von Proben mittels Computertomographie und mechanischer Prüfung (statisch und mechanisch) soll eine Vorhersage der Auswirkungen verschiedenartiger Gussfehler ermöglicht werden. Im Rahmen des Projektes soll außerdem eine Richtlinie zur Auswertung und Bewertung von CT-Datensätzen von Gussbauteilen erarbeitet werden.

Am ÖGI wurde ein Porenmodell unter Berücksichtigung von Anzahl, Form und Größenverteilung der Poren erarbeitet. Die Form der einzelnen Fehlstellen wird über die Berechnung eines Formfaktors (dimensionslose Zahl) bestimmt. Der Formfaktor ist so normiert, dass eine Kugel von beliebigem Radius immer den Formfaktor  $F = 1$  aufweist. Aufgrund dessen, dass jede detektierte Fehlstelle in der CT durch würfelförmige Volumenelemente (Voxel) abgebildet wird, nähert sich  $F$  für kugelige Fehlstellen nicht dem Wert 1, sondern 1,5 an (**Bild 8**).

Die Klassifizierung sieht eine Einteilung nach Volumenanteil der Fehlstellen gesamt und nach prozentuellem Anteil von Poren und Lunkern am Gesamtfehlervolumen vor (**Bild 9**). Daraus werden fünf Fehlerklassen von 0,5 % bis 5 % mit je fünf unterschiedlichen Anteilen von Gasporen und Lunkern abgeleitet. Fehlstellen, die durch ihre Größe aus dem Fehlerkollektiv herausstechen, werden zusätzlich zu der beschriebenen

nen Klassifikation gesondert betrachtet, um deren mögliche Auswirkung auf mechanische Eigenschaften gezielt bewerten zu können.

Diese Auswertungen werden zunächst an den gegossenen Proben durchgeführt, um Einflüsse, die aus komplizierten Bauteilgeometrien resultieren, aus den Auswertungen auszuschließen. Für die Bauteilauswertungen wird nicht das Bauteil als Ganzes betrachtet, sondern so genannte „Regions of Interest“ (ROIs), die je nach Bauteilgeometrie und daraus resultierenden Artefakten im CT-Datensatz (Strahlaufhärtung, Abschattungen, Einflüsse der Streustrahlung) definiert werden. Diese Vorgangsweise ist notwendig, um in den bewerteten Bereichen die höchstmögliche Datenqualität zu gewährleisten und damit zuverlässige Porendetektionen durchführen zu können. Für die Bewertung der Güte von Porendetektionen an CT-Datensätzen kommt ein hochgenau gefertigter Referenzkörper zum Einsatz, bestehend aus sieben Kugeln, die in einen geschlossenen Zylinder eingelegt sind. Da die Volumina von Material und Zwischenräumen dieses Körpers sehr genau berechnet werden können, kann der für die Porendetektion verwendete Schwellwert optimal gesetzt und damit die Oberfläche bestmöglich bestimmt werden.

## Funktionelle Multimaterialverbindungen/ACR

Umwelttechnische, wirtschaftliche und sicherheitstechnische Argumente führen im Automobilbau zu dem

Bestreben, die Fahrzeuge unter dem Gesichtspunkt des Leichtbaus zu konstruieren, was den Einsatz von gewichtsoptimierten Komponenten bedingt. Ein weiterer Weg zur Gewichtseinsparung ist das sogenannte „Downsizing“, wobei jedoch Werkstoffe bis an die Belastbarkeitsgrenzen beansprucht werden. In vielen Fällen ist dies alleine durch den Einsatz eines Werkstoffes nicht zu erfüllen, da die Bauteilanforderungen eine Kombination aus Festigkeit, Dauerfestigkeit, Verschleißwiderstand, thermischer Stabilität und Korrosionsverhalten sein können, von denen nicht alle Anforderungen durch einen Werkstoff abgedeckt werden. Eine Lösung des Problems ist, den geeigneten Werkstoff an der richtigen Stelle einzusetzen. Dies bedingt aber eine Kombination unterschiedlicher, entweder artgleicher oder artfremder Materialien, die miteinander verbunden werden müssen. Hierbei spielt die funktionelle Gussintegration eine gewichtseinsparende Rolle. In dem Projekt sollen Lei-



Bild 10: CT-Scan von in Guss integrierten Druckleitungselementen (Stahl)

tungen, die sowohl Fluide als auch Gase führen können, sowie elektrische Leitungen in ein Gussstück eingegossen werden. Als kritischer Gießprozess wurde der Sandgussprozess ausgewählt, da der thermische Einfluss aufgrund der längeren Abkühlzeiten deutlich stärker ausfällt. Dieser Prozess ist somit als „worst-case-process-version“ ein Kriterium für die Überprüfung der thermischen Resistenz oder Isolation. Anhand der erfolgreich abgegossenen Proben (Bild 10) konnten die thermische Beständigkeit, die Anbindung der Leitung an den Matrixwerkstoff und die Wechselwirkung mit dem Guss, sowie die Funktion der Leitung und der Einfluss der Integration der Leitung auf die Prozessführung und resultierende Gussqualität bewertet werden.

## Cars Ultralight Technologies CULT

Das Projekt „CULT“ (Cars Ultralight Technologies) hat sich zum Ziel gesetzt, ein Konzept für ein A-Segmentfahrzeug (Bild 11) mit halbiertem

CO<sub>2</sub>-Emission (49 g CO<sub>2</sub> pro km statt 100 g CO<sub>2</sub> pro km) zu erarbeiten, unter der Voraussetzung, dass das beschriebene Fahrzeug leistungsfähig, baubar und verkaufbar sein muss. Die dazu erforderlichen Technologien, insbesondere der Einsatz und die Verbindungstechnologie unterschiedlicher Materialien sowie das erforderliche Know-how in der Auslegung und Simulation neuer Werkstoffe (z. B. faserverstärkte Kunststoffe) sollen im Rahmen des CULT-Projekts entwickelt werden. Zur Lösung dieser anspruchsvollen Aufgabe wurde ein firmenübergreifendes Konsortium mit den industriellen Partnern Magna Steyr, FACC und 4a Manufacturing sowie den wissenschaftlichen Partnern Montanuniversität Leoben, PCCL, ÖGI und TU Wien gebildet. Im Kern wurden die Stellhebel Leichtbau, Wirkungsgradverbesserung, Aerodynamik, Rollwiderstand und Antrieb zur CO<sub>2</sub>-Reduktion identifiziert. Um das Gewicht des Fahrzeugs deutlich zu reduzieren, muss, wenn das Fahrzeug leistungsfähig bleiben soll, ein ganzheitlicher Ansatz gewählt werden.

Dieser beruht auf den drei Säulen „Funktionsintegration“, „Materialsubstitution“ und „Downsizing/Sekundäreffektnutzung“. Bei der Funktionsintegration geht es darum, Bauteile mit mehreren Funktionen zu versehen, um schließlich Bauteile entfallen zu lassen. Ein Beispiel dafür ist der Entfall von Innenverkleidungen bei entsprechender Gestaltung (Aufbringung von Kaschierung) des Rohbaus. Es zeigt sich, dass mit dem beschriebenen ganzheitlichen Ansatz ein Fahrzeugkonzept darstellbar ist, das deutliche Gewichtsreduktion (–300 kg) bei moderater Kostensteigerung ermöglicht. Der Kern wird durch den Rohbau in Multi-Materialbauweise gebildet. Diese Gewichtsreduktion ermöglicht die Umsetzung weiterer Maßnahmen, insbesondere auf der Antriebsseite, so dass insgesamt eine Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emission erreicht wird.



Bild 11: CULT-Konzeptstudie (Quelle: DI Fritz, MAGMA STEYR Fahrzeugtechnik AG & Co KG)

## Simulation der Formfüllung und Erstarrung von im Schleuderguss gegossenen Rohren\*)

Ziel des Projekts ist die Beherrschung der numerischen Modellierung des horizontalen Schleudergießprozesses 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 Gusseisenrohrs 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 Rechenkern in einem modernen Hochleistungscomputer bzw. durch Verteilung der Simulationen auf mehrere Computer konnte die wochenlange Rechenzeit drastisch verkürzt werden. Mit dem Simulationsmodell wurden eine Reihe von Betriebszuständen beim Schleudergießen mit beweglicher Kokille berechnet. Diese umfassen: (i) die Neigung der Kokille; (ii) die Drehzahl der Kokille; (iii) die Rauigkeit der Hämmerung; (iv) die Gießtemperatur; (v) die Menge des Füllstromes und die Variation der zeitlichen Abhängigkeit; (vi) die Zähigkeit der Schmelze (Viskosität); (vii) die Kombination Gießtemperatur und Viskosität; (viii) den Füllstrom (langsam und schnell); (ix) die Schmelze erstarrt nicht (bleibt immer flüssig); (x) diverse Fahrkurven wie eine Vollbremsung oder das Durchfahren. Aus den unterschiedlichen, aus den Simulationen ausgewerteten Wandstärkenverteilungen kann der Einfluss der einzelnen Prozessparameter klar abgeschätzt werden.

\*) Originalbeitrag siehe Seiten 238 bis 241 dieses Heftes.



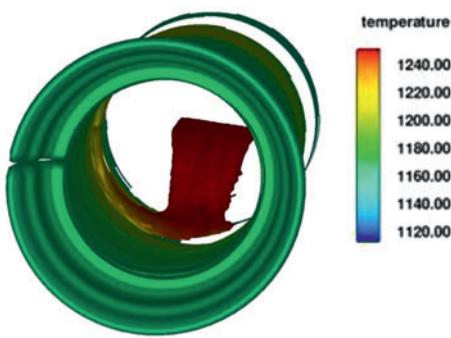


Bild 12: Simulierte Temperaturverteilung während des Füllens eines Gusseisenrohrs in der Frontalsicht. Die heiße einfließende Schmelze (rot) wird an der Innenseite der rotierenden röhrenförmigen Kokille verteilt.

## Öffentlichkeitsarbeit

Die gezielte Öffentlichkeitsarbeit ist auch für F&E-Einrichtungen ein zunehmend wichtiges Marketinginstrument, um auf die Kompetenz und das Know-how in spezifischen Bereichen aufmerksam zu machen. Neben attraktivem Werbematerial hat sich das ÖGI im Jahr 2011 auf Fachmessen, wie der GIFA 2011 in Düsseldorf, dem TMS Annual Meeting in San Diego, USA, der 3<sup>rd</sup> Int. Conf. Advances in Solidification Processing, Aachen, D., sowie bei der 55. Gießereitagung in Leoben neben anderen Fachtagungen präsentiert. Als ein weiteres wesentliches Marketinginstrument sind die 32 Vorträge und 25 Veröffentlichungen der Mitarbeiter des ÖGI zu sehen. Im Jahr 2011 wurden diese Vorträge bei Kongressen, Tagungen und Symposien gehalten bzw. nachfolgende Veröffentlichungen im Fachzeitschrifttum publiziert.

## Veröffentlichungen 2011:

- Dambauer G., Pabel T., Kneißl C., Schumacher P.  
Deutliche Einsparungen bei der Wärmebehandlung von untereutektischen Aluminium-Silizium-Legierungen durch modifizierte Parameter  
Metall, 1-2/2011, S. 24–30
- Pabel T., Bozorgi S., Kneißl C., Haberl K., Schumacher P.  
Änderung der Warmrissneigung bei AlSi7MgCu-Legierungen in Abhängigkeit vom Kupfer- und Magnesiumgehalt  
Aluminium, 3/2011, S. 61–65
- Hofer P., Kaschnitz E., Schumacher P.  
Simulation von Verzug und Eigenspannung im Druckguss – ein Vergleich zwischen Simulation und Experiment  
Druckguss 7-8/2010, S. 179–183

- Geier G., Pabel T., Habe D., Rosc J., Hadwiger M., Höllt T., Fritz L.  
Computertomographie als zerstörungsfreies Prüfverfahren für Gussteile  
Druckguss 7-8/2010, S. 171–174
- Pabel T., Kneißl C., Brotzki J., Müller J.  
Verbesserte mechanische Eigenschaften von Al-Gussteilen durch den Einsatz von INOTEC-Kernen  
Giesserei-Rundschau 58 (2011), Heft 1/2, S. 20–29
- Pabel T., Geier G., Habe D., Rosc J., Schumacher P., Petkov T.  
Correlation of porosity detected by computed tomography and fatigue strength of aluminium alloys  
Supplemental proceedings: Volume 3: General Paper Selections, TMS 2011, San Diego, CA, USA, 27. 2. – 3. 3. 2011
- Bozorgi S., Haberl K., Kneißl C., Pabel T., Schumacher P.  
Effect of alloying elements (magnesium and copper) on hot cracking susceptibility of AlSi7MgCu-alloys  
Shape Casting: The 4<sup>th</sup> International Symposium, TMS 2011, San Diego, CA, USA, 27. 2. – 3. 3. 2011
- Pabel T., Geier G., Habe D., Rosc J., Petkov T.  
Correlation of porosity detected by computed tomography and fatigue strength of aluminium alloys  
Posterpräsentation, TMS 2011, San Diego, CA, USA, 27. 2. – 3. 3. 2011
- Hofer P., Nerl C., Wimmer M., Riedel S., Hoffmann H.  
Simulationsgestützte Verfahrensentwicklung zum Verbundgießen von Aluminiumwerkstoffen  
Vortragstexte des Symposiums Stranggießen, DGM, 15. 11. – 17. 11. 2010, Neu-Ulm, D, S. 93–98
- Hofer P., Kaschnitz E., Schumacher P.  
Simulation von Verzug und Eigenspannung im Druckguss – ein Vergleich zwischen Simulation und Experiment  
Giesserei 98, 03/2011, S. 16–21
- Kneißl C., Pabel T., Dambauer G., Schumacher P.  
Bestimmung technologischer Eigenschaften von Al-Legierungen  
Giesserei 98, 03/2011, S. 22–28
- Staggl S., Bozorgi S., Pabel T., Haberl K., Kneißl C., Schumacher P.  
Warmrissempfindlichkeit von Aluminium-Gusslegierungen  
18. International Student's Day of Metallurgy, 17. 3. – 19. 3. 2011, Montanuniversität Leoben, S. 178–186
- Pabel T., Bozorgi S., Kneißl C., Haberl K., Schumacher P.  
Einfluss des Kupfer- und Magnesiumgehaltes auf die Warmrissempfindlichkeit von AlSi7MgCu-Gusslegierungen  
Giesserei-Rundschau 58 (2011), Heft 3/4, S. 50–56
- Pabel T., Schindelbacher G.  
HIPen – Eine Möglichkeit die mechanischen Eigenschaften von Aluminiumlegierungen zu optimieren  
Metall, 5/2011, S. 205–208
- Rosc J., Pabel T., Geier G., Habe D., Brunke O.  
Neue Wege in der Computertomographie und der Bauteilprüfung  
Giesserei-Rundschau 58 (2011), Heft 5/6, S. 98–101
- Hofer P., Kaschnitz E., Schumacher P.  
Simulation of distortion and residual stress of a stress lattice produced by high-pressure die-casting  
Tagungsband 9<sup>th</sup> International Congress on Thermal Stresses 2011, 5. 6. – 9. 6. 2011, Budapest, H
- Pabel T., Kneißl C., Schumacher P., Brotzki J., Müller J.  
Improved properties of aluminium cast parts through the use of inorganic cores  
International Foundry Research 63 (2011) No. 2, S. 10–16
- Pabel T., Bozorgi S., Kneißl C., Haberl K., Schumacher P.  
Einfluss von Kupfer- und Magnesiumgehalt auf die Warmrissneigung bei AlSi7MgCu-Legierungen  
Posterpräsentation, WFO Technical Forum, 28. 6. – 2. 7. 2011, Düsseldorf, D
- Pittino G., Geier G., Fritz L., Hadwiger M., Rosc J., Pabel T.  
Computertomografische Untersuchung von Stahlfaserspritzbeton mit mehrdimensionalen Transferfunktionen  
Beton- und Stahlbetonbau 106 (2011), Heft 6, S. 364–370
- Pabel T., Dambauer G., Geier G., Rockenschau H., Gschwandtner R., Schumacher P.  
Methoden und Ergebnisse zur Optimierung der Wärmebehandlung von aushärtbaren Aluminium-Gusslegierungen  
Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 156. Jg. (2011), Heft 7, S. 269–274
- Pabel T., Bozorgi S., Kneißl C., Haberl K., Schumacher P.  
Warmrissneigung bei Aluminiumgusslegierungen in Abhängigkeit der Legierungszusammensetzung  
Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 156. Jg. (2011), Heft 7, S. 261–268
- Kaschnitz E., Hofer P., Funk W.  
Thermophysikalische Daten eines Warmarbeitsstahls mit hoher Wärmeleitfähigkeit  
Giesserei 97, 09/2010, S. 42–45
- Staggl S., Bozorgi S., Faerber K., Pabel T., Kneißl C., Schumacher P.  
Warmrissempfindlichkeit von Aluminium-Gusslegierungen  
Tagungsband AGIFA Symposium, 1. 12. 2011, RWTH Aachen, D

## 55. Gießereitagung in Leoben

Mehr als 280 Teilnehmer aus 11 Ländern trafen sich bei der Österreichischen Gießereitagung am 14./15. April 2011 in der Congress Stadt Leoben. Damit zählt die Tagung, die bereits zum fünfundfünfzigsten Mal stattfand, zu einer der größeren internationalen Tagungen in den Räumlichkeiten der Montanuniversität Leoben.

Das große Interesse und die gute Beteiligung sind sicher auch darauf zurückzuführen, dass bei der Tagungsausrichtung konsequent auf eine hohe Qualität der Vorträge und ein umfassendes und interessantes Rahmenprogramm gesetzt wird. Dadurch hat die Österreichische Gießereitagung im deutschsprachigen Raum nachhaltig einen ausgezeichneten Ruf erlangt und brachte im Berichtsjahr Gießereifachleute aus 11 Ländern für 2 Tage zu einem intensiven Erfahrungsaustausch zusammen.

In 20 Vorträgen wurden unter dem Motto „Kosten- und qualitätsrelevante Faktoren in Gießereien“ umfassende Einblicke in Einsparungsmöglichkeiten in der Energie-, Material-, Kosten und Anlagenwirtschaft gegeben sowie über neueste Entwicklungen auf den Bereichen Metallurgie, Gießtechnologie sowie moderne und zukunftsweisende Optimierungsverfahren für Gießverfahren und Gussteile berichtet.

Auch der traditionelle Gießereabend am Donnerstag hat zu einem ungezwungenen Erfahrungsaustausch unter Fachkollegen beigetragen.

Für eine begleitende Fachausstellung, bei der die Teilnehmer die Möglichkeit hatten, sich über neueste Entwicklungen bzw. Produkte der Zulieferindustrie zu informieren, konnten 21 Firmen gewonnen werden. Für Ihre Teilnahme (so kurz vor



Bild 14: Kombinierte GIFA-Stand des ÖGI und des Lehrstuhls für Gießereikunde

der Gießereifachmesse GIFA) darf den Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen besonders gedankt werden.

## ÖGI auf der GIFA 2011

Über 1.958 Unternehmen, Verbände und Forschungseinrichtungen präsentierten in Düsseldorf auf der GIFA 2011 von 28. Juni bis 2. Juli das Neueste aus den Bereichen Gießereitechnologie, Gussprodukte, Metallurgie und Thermoprozesstechnik. Mit über 79.000 Fachbesuchern aus allen Teilen der Welt verzeichnete die Messe rund drei Prozent mehr Besucher als im Vergleichsjahr 2007.

Im Rahmen der Instituteschau „Straße der Wissenschaft“ kann das ÖGI auf eine erfolgreiche Teilnahme zurückblicken. Durch Posterpräsentation, Anschauungsstücke und Bauteile sowie durch Informationsmaterial wurden Ergebnisse von anwendungsorientierten Forschungs- und Entwicklungsprojekten, Materialprüfungen und numerischer Simulation des ÖGI vorgestellt. Das ÖGI präsentierte sich als modernes Dienstleistungsinstitut für die Lösung gieß- und anwendungstechnischer Problemstellungen für Gießereien, die Zulieferindustrie und Gussanwender. Die zahlreichen Fachbesucher am Stand des ÖGI haben sehr großes Interesse an den Arbeiten und an den Tätigkeiten des ÖGI gezeigt. Besonders erfreulich war, dass viele österreichische Gießer bzw. Besucher den Stand des ÖGI als Anlaufstelle und Treffpunkt nutzten. Viele bestehende Kontakte zu Kunden konnten im Rahmen der Messe vertieft werden, aber auch interessante und viel-

versprechende neue Kontakte wurden geknüpft.

## QS-Tätigkeitsbericht 2011

Die hochgradige Kundenzufriedenheit setzt eine QS-konforme Arbeitsweise bei der gewohnt zügigen Lösung der verschiedensten Aufgabenstellungen voraus. Zur Erhöhung der Qualitätsstandards wurden am ÖGI auch in diesem Jahr kontinuierliche Verbesserungen in der Ausbildung der hochmotivierten Mitarbeiter und des exzellenten Q-Managements umgesetzt. Als vorausschauende Maßnahmen des Managements wurden Schulungspläne und Infrastrukturinvestitionen anhaltend positiv unterstützt. Über den Qualifizierungsverbund „Kooperative Forschung“ konnte im Jahr 2011 die gemeinsame Schulungs-Plattform in den Bereichen Kundengespräche, Präsentationstraining, Rhetorik, Projektmanagement und IT-Weiterbildung erfolgreich gestartet werden. Vom ÖGI wurden 12 Mitarbeiter aus den Bereichen Forschung und Entwicklung sowie Dienstleistung außerplanmäßig durch diese neue Bildungsoffensive geschult.

Der Akkreditierungsumfang umfasst zur Zeit 35 Prüfverfahren in Bereichen chemisches Labor, mechanisches Prüflabor, physikalisches Labor und in der Metallographie. Das gesamte Q-System wurde von Dr. Martin Fechter als Qualitätsbeauftragtem auch 2011 in mehreren Terminblöcken internen Audits unterzogen. Auch die regelmäßige Durchführung und genaueste Kontrollen sowie zeitgemäße Aktualisierungen der akkreditierten Prüfver-



Bild 13: Angeregte Teilnehmergegespräche in den Tagungspausen.



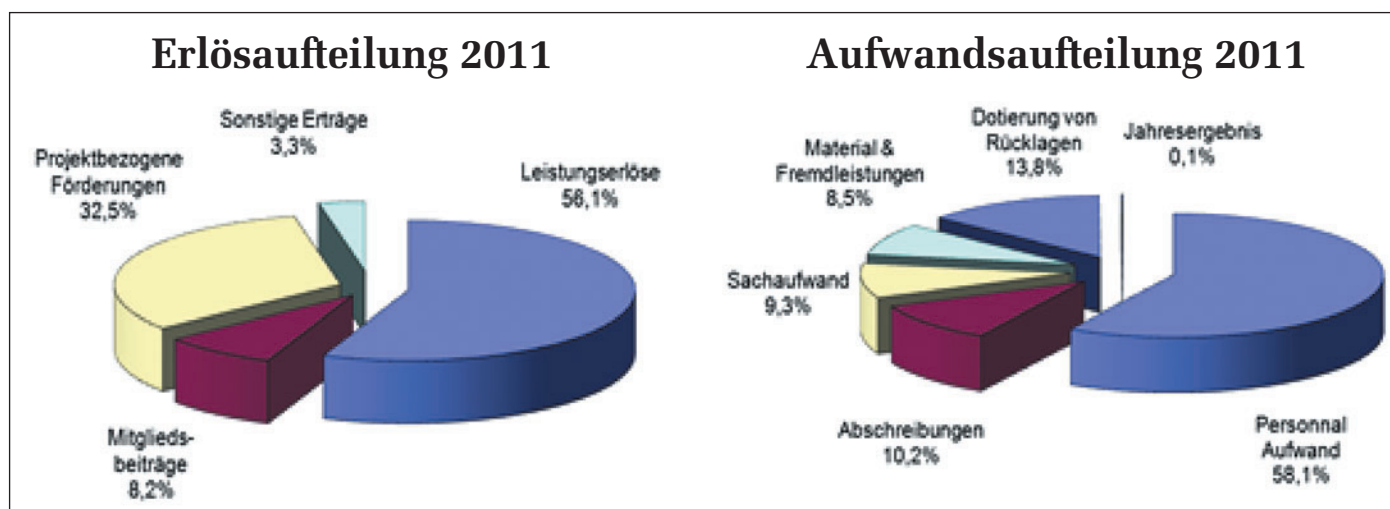


Bild 15: Erlösaufteilung 2011

Bild 16: Aufwandsaufteilung 2011

fahren garantieren den geforderten hohen Qualitätsstandard. Im September 2011 wurde ein externes Überprüfungsaudit durchgeführt, woraus sich insgesamt 3 Verbesserungsmaßnahmen ergaben, die auch bereits erfolgreich umgesetzt werden konnten.

### Erlöse und Aufwendungen (Bilder 15 und 16)

Die verbesserte Konjunkturlage der Automobilindustrie und damit auch in hohem Maße bei den österreichischen Gießereien führte am ÖGI zu einer Erhöhung der Erlöse im Jahr 2011, knapp über das Vorkrisenniveau von 2007. Die Erlöse gegenüber 2010 stiegen um rund 18 % auf Rekordniveau an. Eine Rücklagenbildung von € 533.000,- konnte ermöglicht werden, sodass das Jahr 2011 ausgeglichen abschloss. Die positive Entwicklung bei den Erlösen (rund € 3.851.787,-) im Berichtsjahr resultierte überwiegend aus einem Anstieg der Fakturerlöse für direkte und indirekte Dienstleistungen für die Automobilindustrie. Zusätzlich erhöhte sich die Projektstätigkeit in-

nerhalb von national (FFG, BMFA) und international geförderten F&E-Projekten (EU).

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

Aus direkt an die Auftraggeber fakturierten Dienstleistungen erzielte das österreichische Gießerei-Institut im Berichtsjahr Leistungserlöse von rund € 2.160.516,-. Die Aufträge kamen von 245 Auftragspartnern, davon waren 70 ausländische Auftraggeber aus 12 Ländern. Hervorzuheben sind der signifikante Anteil der direkt fakturierten Aufträge und die vielfältigen Projektbeteiligungen sowohl in Cash als auch In-Kind von den Mitgliedsfirmen, die den hohen Praxisbezug des ÖGI zu österreichischen Gießereien verdeutlichen.

Die vom Fachverband für 49 Gießereien eingebrachten sowie von 21 außerordentlichen Mitgliedern bezahlten Mitgliedsbeiträge haben im Verhältnis zum Umsatz über die Jahre abgenommen und liegen nunmehr bei rund 8 %. Betrachtet man die Gesamtfinanzierung, so arbeitete das In-

stitut zu rund 68 % mit Eigenfinanzierung (Dienstleistungserlöse und Mitgliedsbeiträge) und zu 32 % mit projektgebundenen Förderungen. Der sehr hohe Eigenfinanzierungsanteil ist im Vergleich mit ähnlichen Forschungseinrichtungen als sehr hoch zu bewerten.

Wertmäßig konnten im Berichtsjahr rd. 79 % der Industrieaufträge inkl. Forschungsprojekte (FFG, EU, BMWA) im Bereich F&E erzielt werden, 21 % davon kamen durch direkte Auftragserteilung aus der Wirtschaft und 66 % aus geförderten Projekten, die ebenfalls aus Kooperationen mit der Wirtschaft resultierten.

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

#### Kontaktadresse:

Österreichisches Gießerei-Institut  
8700 Leoben | Parkstraße 21,  
Tel.: +43(0)3842/43 10 10  
Fax: +43(0)3842/43 10 11  
E-Mail: office@ogi.at | www.ogi.at

**Der VÖG im Internet:**

**www.voeg.at**

**VÖG** Verein Österreichischer  
Gießereifachleute



# Aus dem Fachverband der Gießereiindustrie

## Die Gießereiindustrie Österreichs im Jahr 2011

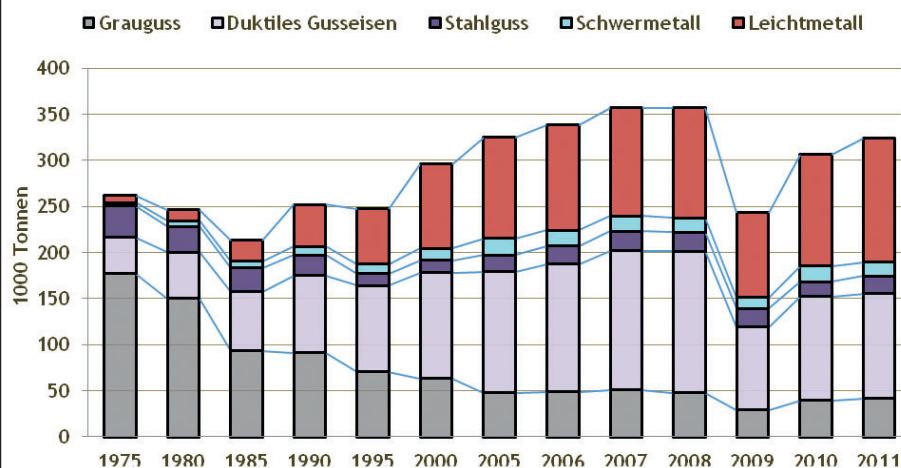
### Allgemeine wirtschaftliche Daten

Die österreichische Volkswirtschaft hat sich nach dem starken Einbruch im Jahr 2009 infolge der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise (Reales BIP-Wachstum minus 3,8 % gegenüber 2008) in den Jahren 2010 und 2011 wieder gut erholt. Im Jahr 2010 betrug das Wachstum 2,3 % und im Jahr 2011 3,2 % gegenüber dem jeweiligen Vorjahr. Das Wachstum war getrieben von einer starken Erholung der Exporte und Investitionen. Die Ausfuhren von Waren verzeichneten im Zeitraum 2011 einen Zuwachs um 11,7% auf 122,16 Mrd. Euro und erreichten damit ein *all time high*. Auch der Arbeitsmarkt entwickelte sich in Österreich sehr positiv: Im Jahr 2011 betrug die Arbeitslosenquote 4,2%. Damit weist Österreich die niedrigste Arbeitslosenquote in Europa auf. Auch die Beschäftigung (unselbstständig aktiv Beschäftigte) wurde im Jahr 2011 um 1,9% ausgeweitet.

Im 2. Halbjahr 2011 haben die Unsicherheiten in Zusammenhang mit der Staatsschuldenkrise in Europa und den USA deutlich zugenommen. Ähnlich wie im Durchschnitt des Euroraumes verlor die Konjunktur in Österreich im Jahresverlauf 2011 an Schwung.

|                      | 2010           |                      | 2011           |                      |
|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|
| Werkstoffsparte      | t              | €                    | t              | €                    |
| Eisen- und Stahlguss | 167.854        | 424.837.293          | 173.012        | 444.856.863          |
| Nichteisenmetallguss | 138.003        | 800.413.153          | 150.899        | 911.544.746          |
| <b>Summe</b>         | <b>305.857</b> | <b>1.225.250.446</b> | <b>323.911</b> | <b>1.356.401.609</b> |

### Entwicklung der Produktionsmenge der Österreichischen Gießereiindustrie unterteilt nach Gussarten



unter dem Niveau von 2008. Der gesamte Umsatz der Branche stieg gegenüber 2010 um ca. 10,7 % und beträgt rund 1.356 Mio. Euro.

Die Produktion beim **Duktilen Gusseisen** erhöhte sich gegenüber 2010 nur gering auf 113.854 t, das entspricht einem Plus von 0,7 %.

Der **Stahlguss** weist 2011 rund 18.575 t auf, das ist eine Erhöhung von 15,4 % gegenüber 2010.

Im Bereich **Grauguss** erhöhte sich die Produktion auf ca. 40.583 t, das entspricht einem Anstieg von 4,9 % gegenüber 2010.

Auch im **Nichteisenguss** haben sich die Produktion um 9,3 % und der Umsatz um 13,9 % erhöht. Beim Leichtmetallguss ist ein Anstieg von fast 11,5 % auf rund 135.375 t zu verzeichnen.

Nur der **Schwermetallguss** weist gegenüber 2010 eine um 6,4 % verminderte Produktion auf.

### Hauptergebnisse WIFO Konjunkturprognose März 2012

Veränderung gegenüber dem Vorjahr in %

|                                             | 2011 | 2012 | 2013 |
|---------------------------------------------|------|------|------|
| Bruttoinlandsprodukt (real)                 | +3,1 | +0,4 | +1,4 |
| Bruttoanlageinvestitionen (real)            | +5,7 | +1,1 | +2,0 |
| Warenexporte (real)                         | +7,5 | +3,5 | +6,5 |
| Private Konsumausgaben (real)               | +0,6 | +0,8 | +0,9 |
| Verbraucherpreise                           | +3,3 | +2,4 | +2,0 |
| Unselbstständige aktiv Beschäftigte         | +1,9 | +0,8 | +0,4 |
| Defizit (in % des BIP)                      | -3,3 | -3,0 | -2,6 |
| Quelle: WIFO – Konjunkturprognose März 2011 |      |      |      |

### Produktion

Die **Gesamtproduktion** im Jahre 2011 beträgt rund 323.911 t und ist gegenüber 2010 um 5,9 % gestiegen. Dieser Wert liegt aber nach wie vor

Der **Eisenguss** verzeichnet 2011 eine Gesamtproduktion von rund 173.012 t, das entspricht einem Anstieg von mehr als 3 %, wobei sich der Umsatz um ca. 4,7 % auf fast 445 Mio. Euro erhöht hat.

### Auftragseingänge

Im Bereich der Zulieferungen in die Automobilindustrie herrschte nach wie vor gute Auslastung, die je nach Modell und Marke differenziert ist.



## Gussproduktion unterteilt nach Werkstoffen und Gießverfahren

|                                                       | t<br>2010      | t<br>2011      | Zuwachs<br>in % |
|-------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Grauguss                                              | 38.689         | 40.583         | 4,9             |
| Duktiles Gusseisen                                    | 113.071        | 113.854        | 0,7             |
| Stahlguss                                             | 16.094         | 18.575         | 15,4            |
| Eisenguss                                             | 167.854        | 173.012        | 3,1             |
| <b>Zink-Druckguss und Schwermetallguss<br/>gesamt</b> | <b>16.577</b>  | <b>15.524</b>  | <b>-6,4</b>     |
| Leichtmetallguss                                      | 121.426        | 135.375        | 11,5            |
| davon Al-Druckguss                                    | 52.360         | 58.588         | 11,9            |
| davon Al-Kokillenguss                                 | 62.018         | 69.652         | 12,3            |
| davon Al-Sandguss                                     | 1.683          | 1.198          | -28,8           |
| davon Mg-Guss (überwiegend Druckguss)                 | 5.365          | 5.937          | 10,7            |
| Metallguss                                            | 138.003        | 150.899        | 9,3             |
| <b>Total</b>                                          | <b>305.857</b> | <b>323.911</b> | <b>5,9</b>      |

Die Zulieferungen in den PKW-Bereich waren besser ausgelastet als jene in den LKW-Bereich. Grundsätzlich wurde festgestellt, dass die Bestellzyklen immer kürzer werden.

Speziell Zulieferungen in den Maschinenbau und die Energietechnik, wiesen Rückgänge im Auftragseingang und in der Produktion auf.

Grundsätzlich war die Branche in Summe gut ausgelastet. Einige Unternehmen konnten sich dem Vorkrisenniveau nähern. In anderen Bereichen kam es jedoch zu deutlichen Rückgängen.

## Gießereibetriebe und Beschäftigte

Die Struktur, der im Jahr 2011 vom Fachverband der Gießereiindustrie betreuten Mitgliedsunternehmen, gliedert sich – bezogen auf ihre Produktion – folgendermaßen auf:

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| Reine Eisengießereien                             | 16        |
| Reine NE-Metallgießereien                         | 25        |
| Gießereien, die Eisen- und NE-Metallguss erzeugen | 5         |
| <b>Gesamt</b>                                     | <b>46</b> |

Ende des Jahres 2011 gab es in Österreich, wie auch 2010, 46 industrielle Gießereibetriebe.

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

| Bundesland        | Anzahl    |              |
|-------------------|-----------|--------------|
|                   | Betriebe  | Beschäftigte |
| Wien              | 3         | 25           |
| Niederösterreich  | 12        | 2.308        |
| Oberösterreich    | 12        | 2.468        |
| Steiermark        | 8         | 1.379        |
| Salzburg          | 2         | 260          |
| Kärnten + Tirol   | 5         | 336          |
| Vorarlberg        | 4         | 247          |
| <b>Österreich</b> | <b>46</b> | <b>7.023</b> |

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 2010 gleich geblieben.

### Kontaktadresse:

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

## Änderung der Grundschriftgröße der GIESSEREI RUNDSCHAU

Auf vielfachen Wunsch unserer Leserschaft wurde die Grundschriftgröße der GIESSEREI RUNDSCHAU ab diesem Heft 9/10-2012 von bisher Melior 9 auf nunmehr Melior 10 Punkt erhöht.

Die Redaktion ist diesem Wunsch gerne nachgekommen und hofft, damit zur besseren Lesbarkeit beitragen zu können.

# Aus den Betrieben

**DUKTUS**

**Duktus-Pfähle machen Wohnungsbau  
im Salzburger Stadtteil Sam-Langwied möglich**



Im Salzburger Stadtteil Sam-Langwied nahe des Naturschutzgebietes Samer Mösl entsteht ein Komplex von Eigentumswohnungen, deren Fundamente mit Duktus-Pfählen gesichert sind.

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

Im Salzburger Stadtteil Sam-Langwied werden die zukünftigen Besitzer von hellen, sonnigen Eigentumswohnungen trotz des wenig stabilen Untergrundes gut und sicher leben können. Dafür sorgen duktile Pfähle von Duktus Tiroler Rohrsysteme GmbH, auf denen die Gebäudelast zu hundert Prozent ruht.

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

Der in unmittelbarer Nähe zum Naturschutzgebiet Samer Mösl zum Heimat Österreich geplante Komplex hochwertiger Eigentumswohnungen muss laut Bodengutachter in

seiner gesamten Fläche durch Pfahlgründungen gesichert werden. Wie Thomas Aumüller, Leiter Pfahlsysteme bei Duktus, erläutert, war die Besonderheit dieser Baustelle, daß Pfahllängen von 20 bis 40 Metern gewährleistet sein mussten, und das bei einem Voraushub von 6,5 Metern. „Die duktilen Pfähle hatten hier einen deutlichen Vorteil gegenüber Stopf- und Betonrüttelsäulen, denn die Länge bis zu 40 Metern konnten nur die Duktus-Pfähle gewährleisten. Ort betonrammpfähle kamen aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage. Dies beweist wieder einmal, dass Duktus-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. Verantwortlich für die Tiefgründungsarbeiten zeichnete die NGT Spezialtiefbau GmbH aus Schwechat. Projektleiter war Ing. Friedrich Maier, der die Zuverlässigkeit und unkomplizierte Handha-

bung der Duktus-Pfähle lobte: „Bei einem Bauvorhaben, das zu hundert Prozent auf die Sicherheit der Gründungsarbeiten angewiesen ist, konnten keine Kompromisse eingegangen werden. Wir haben hier in Sam-Langwied erneut festgestellt, wie hervorragend, schnell und sicher Duktus-Pfähle zu verarbeiten sind.“

Im April 2012 wurde die Fundamentierung abgeschlossen. 16.000 Meter Pfähle sind nun Garanten für deren Stabilität.

## Quelle:

BDG-Pressemitteilung vom 22. 8. 2012

## Kontaktadresse:

Duktus Tiroler Rohrsysteme GmbH  
A-6060 Hall i.T.  
Innsbrucker Straße 51  
Tel.: +43 (0)664 44 30 723  
E-Mail: thomas.aumueller@duktus.com  
www.duktus.com



# Firmennachrichten



## MAGMA<sup>5</sup> 5.2 – Neueste Version der Gießprozess-Simulationssoftware freigegeben

Die MAGMA GmbH, Aachen, gab kürzlich mit MAGMA<sup>5</sup> 5.2 die neueste Version ihrer Software zur Gießprozess-Simulation frei. In der Version MAGMA<sup>5</sup> 5.2 wurden insgesamt mehr als 160 Optimierungen für den Anwender realisiert. Schwerpunkt in der dritten Version von MAGMA<sup>5</sup> ist die Effizienzsteigerung bei der Auswertung von Simulationsergebnissen.

MAGMA<sup>5</sup> 5.2 erlaubt jetzt den direkten Ergebnisvergleich von bis zu vier unterschiedlichen Versionen. Die Ergebnisse von Formfüllung, Erstarrung oder Spannungsverlauf können synchron animiert werden. Ein besonderes Highlight ist die Möglichkeit, alle Ergebnisse interaktiv in 3D am Bildschirm darzustellen und als 3D-Videos oder 3D-Bilder automatisch abzulegen. Dabei helfen zahlreiche Vereinfachungen und Standardisierung der Ergebnisauswertung.

Neue Ergebniskriterien erlauben die effektivere

Auswertung von Schmelzeabkühlung und kritischen Geschwindigkeiten während der Formfüllung. Der Speisungsverlauf und die Entwicklung von Porositäten können jetzt während der gesamten Erstarrung verfolgt werden. Ein neues Kriterium für die Rissvorhersage unterstützt den Anwender bei der Bewertung von spannungsbedingten Qualitätsproblemen. Mit Anwenderergebnis-

sen (User results) steht mit der neuen Version ein mächtiges Werkzeug zur Verfügung: Der Anwender kann seine eigenen Kriterien einfach definieren und sowohl als Standard in jeder Rechnung miterzeugen oder nachträglich auswerten.

Für Anwender im Druckguss wird die Definition des Prozesses und des Wärmeübergangs zwischen Werkzeug und Gussteil als Funktion der aktuellen Speisungssituation vereinfacht. Darüber hinaus gibt der Druckgussmodul Hilfestellung bei der Ermittlung der tatsächlichen Gießtemperatur in Abhängigkeit der Schusskammerbedingungen.

Alle Anwender profitieren von den neuen Aufsetzpunkten, die eine flexible Wiederaufnahme der Rechnung mit veränderten Prozessbedingungen im Dauerguss oder nach jedem Prozessschritt ermöglichen. Die automatische Vernetzung von



Bild 1: Alle Ergebnisse können im Stereomodus untersucht werden

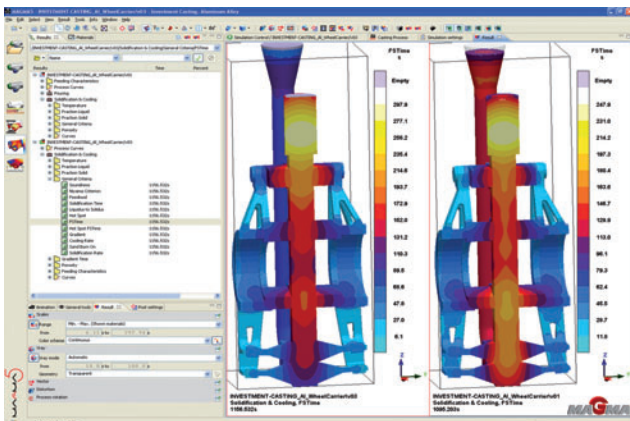


Bild 2: In der Ergebnisperspektive können bis zu 4 verschiedene Projektversionen effizient und synchronisiert miteinander verglichen werden

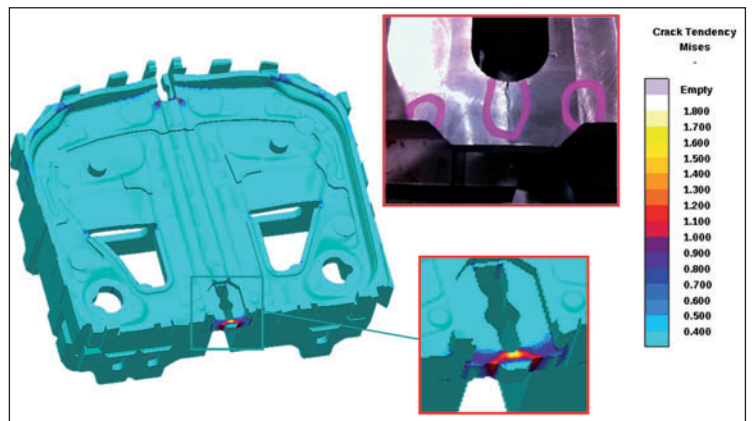


Bild 3: Ein neues Kaltrisskriterium ermöglicht die effektive Bewertung von kritischen Spannungsbedingungen während der Abkühlung eines Gussteils (Bild: Kimura Chuzo, Japan)

komplexen Geometrien wird jetzt durch neue Kriterien und Abläufe noch einfacher.

Spannungsrechnungen werden durch die Vorbereitung aller Ergebnisse noch schneller auswertbar. Die quantitative Auswertung von Verzugsberechnungen in der Messper-

spektive ist jetzt auch im Vergleich zur tatsächlichen Sollgeometrie möglich.

Mit MAGMA<sup>5</sup> 5.2 werden außerdem neue Datensätze für Speiserhilfsstoffe, die von der Firma ASK Chemicals ermittelt wurden, als Lizenz verfügbar.

**Quelle:** MAGMA Pressemitteilung vom September 2012.

### Kontaktadresse:

MAGMA Gießereitechnologie GmbH  
D-52072 Aachen | Kackertstraße 11  
Tel.: +49 (0)241 8 89 01-74  
Fax: +49 (0)241 8 89 01-62  
[www.magmaft.de](http://www.magmaft.de)



## 7. MAGMA-NE-Forum diskutiert neue Konzepte für Qualität, Produktivität und Energieeffizienz im Leichtmetallguss

Zum 7. Mal veranstaltete MAGMA das Diskussions- und Austauschforum speziell für Gießer und Gussteilabnehmer im Bereich Nichteisen und Leichtbau. Rund 80 Teilnehmer folgten der Einladung nach Sinsheim, um vor der Kulisse des Verkehrs- und Technikmuseums über die Fortschritte in der Gießprozess-Simulation im Hinblick auf sichere Qualität, robuste Fertigung und Energieeffizienz im Leichtmetallguss zu diskutieren. Auf der Abnehmerseite zeigte die starke Präsenz der Automobilhersteller – Daimler, VW, Audi, Porsche und Ford – den hohen Stellenwert, den die Branche der Gießprozess-Simulation bei der Realisierung von Leichtbaukonzepten durch Guss beimißt. Ein Schwerpunkt des Forums widmete sich dem BMBF-geförderten Forschungsprojekt ProGress, das analysiert, wie sich die Energieeffizienz über den gesamten Lebenszyklus von Druckgussteilen um durchschnittlich 15 Prozent erhöhen lässt.

Die Vorträge des ersten Forumstages behandelten die vielfältigen Aspekte und Vorteile der Gießprozess-Simulation.

Für die Audi AG zeigten Dr. Gregor Branner und Christopher Thoma, für die VW AG Dr. Marc Braunhardt, wie sich durch den frühzeitigen Einsatz der Gießprozess-Simulation in der Konstruktion Bauteile wirtschaftlicher entwickeln und fertigen lassen. Christopher Thoma zeichnete nach, wie Produkt- und Prozessentwicklung unter Einsatz der Gießprozess-Simulation strukturiert und methodisch zusammenwirken, um ein funktional und gießtechnisch ideales Bauteil zu entwickeln.

Dr. Georg Dieckhues und Tobias Gummersbach von den Ohm & Häner Metallwerken stellten in ihrem Vortrag „Anwendungen von MAGMA5 im Projektierungsalltag einer Aluminium-Kundengießerei“ die Gießprozess-Simulation als etablierte Basistechnologie in ihrem Unternehmen vor. Es setzt bereits seit 2002 die Software für die Gießprozess-Simulation ein. Bis zu 300 qualifizierte Simulationen pro Jahr führt man durch, etwa um die konstruktive Auslegung von Bauteilen zu unterstützen, Kokillen- und Sandgussprozesse zu analysieren oder Anschnitt-



Auf dem 7. MAGMA-NE- und Leichtmetallforum diskutierten Gießer und Gussteilabnehmer insbesondere über die wirtschaftliche Fertigung von Gussteilen.

und Speisersysteme im Sinne einer wirtschaftlicheren Fertigung zu optimieren.

Ergänzend dazu informierte Jens Hoffmann von der ZF Gusstechnologie im Beitrag „Lessons Learned“ über die unternehmerische Lernkurve, auf der man sich durch den Einsatz der Simulationstechnologie bewegt. Am Beispiel eines Doppelkuppelgehäuses illustrierte er, wie sich auf dieser Basis der Gießprozess wirtschaftlich und ergebnisorientiert auslegen lässt. Herausgestellt wurde neben dem vordergründigen Erfolg eines stabil laufenden Fertigungsprozesses in der Gießerei vor allem der Lerneffekt durch die Anwendung der Gießprozess-Simulation.

Anton Spatzenegger von der Franken Guss Kitzingen sprach über die Erfahrungen mit der Gießprozess-Simulation beim Druckguss mit „laminaer“ Formfüllung. Mit diesem modifizierten Kaltkammerdruckgussverfahren lassen sich Leichtbauteile mit Wandstärken von 3,8 mm bis 60 mm, guten mechanischen Kennwerten und sehr guter Schweißbarkeit fertigen. Als Praxisbeispiel demonstrierte Anton Spatzenegger die simulationsunterstützte Entwicklung eines Kurbelgehäusedeckels aus Aluminium, der zuvor in Gusseisen hergestellt wurde.

Über die simulationsunterstützte Entwicklung von hybriden Spritzguss- und Druckgusskomponenten berichtete Marc Fuchs von der Wagner AG. Die Kombination der Vorteile von Druckguss- und Spritzguss-Teil-

len schlagen sich in der Integration von Funktionen der beteiligten Werkstoffe sowie in der Reduktion von Gewicht und Kosten nieder. Durch den Einsatz der Gießprozess-Simulation mit MAGMA<sup>5</sup> und der Spritzguss-Simulation mit SIGMASOFT, lassen sich bei der Wagner AG kritische Faktoren bei der Produktion von hybriden Druckguss-Kunststoff Komponenten, wie etwa die Prozessstabilität oder die Einsatzgrenzen der Verbindungen, beurteilen und auf gesicherter Grundlage optimieren.

Der zweite Forumstag war dem BMBF-geförderten Forschungsprojekt ProGress gewidmet, in dem sich Methoden- und Technologiepartner sowie Anwenderunternehmen zusammengeschlossen haben, um die „Gestaltung ressourceneffizienter Prozessketten am Beispiel Aluminiumdruckguss“ zu analysieren. Projektträger von ProGress ist das Karlsruher Institut für Technologie. Zu den Methoden- und Technologiepartnern gehören neben den gastgebenden MAGMA die Institute für Werkmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) sowie Füge- und Schweißtechnik (IFS) der TU Braunschweig, die Bühler Druckgießsysteme, Chem-Trend und Trimet Aluminium. Für die Anwenderseite sind die Gießereien G.A. Röders, Martinrea Honsel und KSM Castings beteiligt. Das kurz vor dem Abschluss stehende Projekt soll in der Praxis nachvollziehbar darstellen, wie sich die Energieeffizienz um durchschnittlich 15 Prozent über die gesamte Prozesskette steigern lässt.



Nachdem Prof. Dr. Christoph Herrmann vom IWF und Dr. Götz Hartmann von MAGMA einführend über die Ziele des Projekts und die Potenziale bei der Steigerung der Energieeffizienz informiert hatten, gingen die Folgevorträge in die fachliche Tiefe: Sie schilderten im Detail, an welcher Stelle der Prozesskette sich mit welchen Methoden die Energieeffizienz steigern lässt. Dazu gehören etwa die Gießprozess-Simulation, die Optimierung des Sprühprozesses durch alternative Trennstoffe, die Reduzierung des Kreislaufmaterials oder energieeffiziente Anlagen und Prozesse.

### Über Software für Gießprozess-Simulation

Software für die Gießprozess-Simulation sagt den gesamten Gießprozess inklusive Formfüllung, Erstarrung

und Abkühlung voraus und erlaubt die quantitative Vorhersage von mechanischen Eigenschaften, thermischen Spannungen und Verzug der dabei entstehenden Gussteile. Durch Simulation wird die Qualität eines Gussteils bereits vor dem Produktionsbeginn exakt beschreibbar und die Gießtechnik kann auf die gewünschten Teileigenschaften ausgerichtet werden. Damit lassen sich nicht nur teure Probegüsse in der Entwicklung eliminieren. Die genaue Auslegung des gesamten Gießsystems spart darüber hinaus Energie, Material und Werkzeugkosten.

Das Anwendungsspektrum der MAGMA-Lösungen umfasst alle Gusswerkstoffe, von Gusseisen über Aluminium-Sand-, Kokillen- und Druckguss bis hin zu Stahl-Großgussteilen. Die Software unterstützt den Anwender von der Auslegung des Bauteils, der Festlegung der

Schmelzpraxis und der Gießtechnik über den Modellbau und die Formherstellung bis hin zur Wärmebehandlung und Nachbearbeitung. Damit können Kosten in der gesamten Fertigungskette konsequent eingespart werden.

In den letzten zehn Jahren sind Lösungen für die Gießprozess-Simulation zum obligatorischen Werkzeug für viele Gießereien geworden. MAGMA<sup>5</sup> erweitert jetzt die Möglichkeiten der Gießprozess-Simulation. Dies wird die Verbreitung der Technologie weiter beschleunigen.

**Quelle:** MAGMA-Pressemitteilung vom August 2012.

#### Kontaktadresse:

MAGMA Gießereitechnologie GmbH  
D-52072 Aachen | Kackertstraße 11  
Tel.: +49 (0)241 8 89 01-74  
Fax: +49 (0)241 8 89 01-62  
www.magmasoft.de



## Georg Fischer weht in Mettmann modernste Fertigungsanlage für Leichtbauteile ein



Moderne Roboter übernehmen die schwere Arbeit

Nach einer Bauzeit von 13 Monaten und Investitionen von rund EUR 36 Mio. verfügt die größte Eisengießerei von GF Automotive in Mettmann (D) über eine der weltweit modernsten Fertigungsanlagen. Dies ermöglicht die effiziente und ressourcenschonende Produktion von Leichtbauteilen für die Autoindustrie, deren Nachfrage stetig zunimmt.

Die neue Fertigungsline mit dem Namen „Aeration Moulding Robotpouring“ (AMR) trägt dem Trend zu Leichtbau Rechnung und ist in dieser Form bislang einmalig. Auf der neuen Anlage mit einer Kapazität von bis zu 60.000 Tonnen Sphäroguss – die gesamte Produktionskapazität in Mettmann beträgt bis zu

200.000 Tonnen – können besonders filigrane und damit leichte Gussteile produziert werden.

Yves Serra, CEO von Georg Fischer, sagt: „Die neue, hochautomatisierte und stark umweltschonende Produktionslinie steigert nochmals die Qualität der Produkte deutlich und ersetzt zwei alte Anlagen. Sie hält damit die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts aufrecht.“

Mehr als 20 Roboter übernehmen die schweren Arbeiten und sorgen mit dem hohen Automatisierungsgrad für eine Entlastung der Mitarbeitenden. Auch bezüglich Energieeffizienz setzt die neue Fertigung im Vergleich zu anderen Anlagen Maßstäbe. Durch eine installierte Wärmerückgewinnung wird die Abluftwärme für die Hallenbeheizung genutzt, modernste Elektromotoren senken



Größere Produktionsvolumen und bessere Qualität durch Roboter-Gießen



Georg Fischer investiert EUR 36 Mio. in modernste Fertigungsanlage für Leichtbauteile

den Energieverbrauch um mehr als 40 Prozent.

Am Standort Mettmann produziert GF Automotive Fahrwerksteile, Hinterachsgehäuse und Kurbelwellen für Personenwagen und Nutzfahrzeuge. Leichtbau-Komponenten von GF Automotive kommen im neuen Audi A3 oder VW Golf zum Einsatz. Sie ermöglichen Gewichtseinsparungen von mehr als 25 Prozent im Vergleich zu herkömmlichen Bauteilen.

**Quelle:** GF-Pressemitteilung, 27. 9. 2012

#### Kontaktadresse:

Georg Fischer AG  
CH-8201 Schaffhausen  
Amsler-Laffon-Straße 9  
Tel.: +41 (0)52631-2677  
E-Mail: beat.roemer@georgfischer.com  
www.georgfischer.com

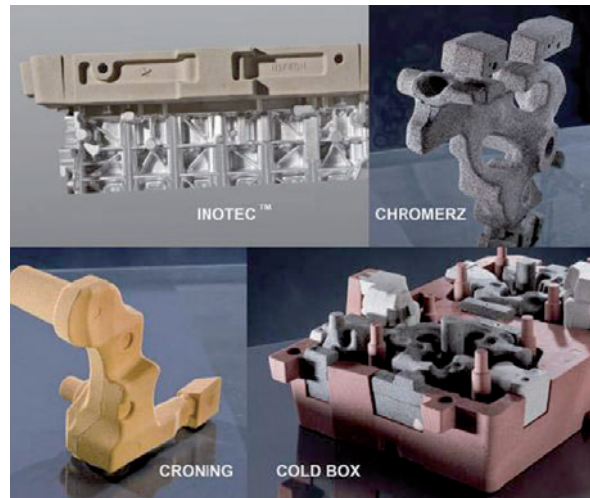


## ASK Chemicals Core Tech – Hochmoderne Kernfertigung

Effiziente Verfahren, hochtechnologische Ausstattung und ein spezifisches Experten-Know-how sind erfolgreiche Basis der ASK Chemicals Core Tech für die Produktion kundenspezifischer Gießkerne und -pakete. Dabei reicht das Produktportfolio von Prototypen bis hin zu ökonomisch und ökologisch gefertigten Klein- und Großkernserien. Produziert wird in hochmodernen Kernmachereien. Dieses Angebot steht jetzt auch Gießereien in den angrenzenden europäischen Ländern zur Verfügung.

Auf den Prozess kommt es an – viele Bauteile setzen intelligente Ansätze und spezifische Lösungen in der Formgebung voraus. Deshalb hat der Gießerei-Kernspezialist ASK Chemicals Core Tech immer das gesamte Verfahren im Blick. Mit kompetenter Beratung, Entwicklung, Durchführung von Versuchen bis hin zur Prototypenfertigung und professioneller Produktion von Klein- und Großserien, schaffen die Spezialisten des Unternehmens nicht nur technologisch ausgereifte, sondern auch wirtschaftlich attraktive Lösungen für ihre Kunden.

Die Produktion läuft in einer hochmodernen Kernmacherei. Hier wurde unter anderem in eine leistungsfähige Mischanlage für das Cold Box Verfahren investiert. Diese kann parallel vier Cold Box-Systeme mit sieben Sandsorten und drei Additiven verarbeiten. So werden kundenspezifische Mischungen flexibel und ohne lange Umstellzeiten – selbst mit Sonderanden oder Sonderadditiven – problemlos hergestellt. Zudem schaf-



fen zwanzig Kernschießmaschinen mit einem Volumen von bis zu 120 l die Serienproduktion und Prototypenentwicklung im Cold Box-, Hot Box-, Croning- und Anorganik-Verfahren. Die vorhandenen Chargen- und Durchlauföfen ermöglichen die Trocknung von Kernen bis zu 300 kg. Hochwertige Werkzeuge gewährleisten die notwendige Maßgenauigkeit und gleichbleibende Qualität auch immer unter dem Fokus wirtschaftlicher Fertigung.

Verschärfter Wettbewerb und steigende Arbeitskosten erfordern absolute Kostendisziplin. „Unser Anspruch heißt demnach Qualität und Produktivität“, so Jörg Knechten, Geschäftsführer der ASK Chemicals Core Tech. „In diesem Kontext ist es uns mehrfach gelungen, die Herstellungskosten unserer Kunden um bis zu 20 % zu reduzieren“, so Knechten weiter. „Wir sind sicher, dass wir diesen Anspruch mit unseren Pro-

Umfassendes Leistungsspektrum der ASK Chemicals Core Tech für alle Kerngeometrien im Gussprozess.

dukten und Dienstleistungen in hohem Maße auch europaweit erfüllen werden.“

Die intensive Zusammenarbeit der ASK Chemicals CoreTech sowohl mit der Gießereiindustrie als auch führenden Automobil- und Nutzfahrzeugherstellern schafft eine gute Grundlage für

erfolgreiche Entwicklungen. Dabei schätzen Kunden des Hauses besonders die breite nationale wie internationale Vernetzung innerhalb der Branche, aber auch in die angrenzenden Fachbereiche.

Schließlich ist ASK Chemicals Core Tech Teil der weltweit tätigen ASK Chemicals Gruppe und hat so vollen Zugriff auf das gesamte Produktportfolio und – weit wichtiger – auf das gesamte anwendungstechnische Expertenwissen des global tätigen Unternehmens.

### Quelle:

ASK-Pressemitteilung vom 21. 9. 2012

### Kontaktadresse:

ASK Chemicals GmbH  
Corporate Marketing & Communication  
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



## Eisengießerei Baumgarte: SEIATSU-Luftstrompressverfahren von HWS erzielt Spitzenqualität und steigert Produktion um 30 Prozent

Nacharbeiten und Ausschussteile machen die Produktion von Gussteilen unwirtschaftlich und behindern den Unternehmenserfolg. Der Grund für die Qualitätsmängel kann dabei auch in einer unzureichenden Leistung der Formanlage liegen. Sind die Modelle nicht sauber abgeformt, ist auch das Gussteil fehlerhaft. Jeder Formanlagenhersteller hat sein eigenes Verfahren entwickelt, um mög-

lichst genaue Formen und eine hohe Wiederholgenauigkeit zu erzielen.

Die Eisengiesserei Baumgarte GmbH setzt nun auf das spezielle SEIATSU-Luftstrompressverfahren der Heinrich Wagner Sinto Maschinenfabrik GmbH (HWS). Innerhalb eines Jahres wurde damit die Produktion um 30 Prozent gesteigert, Ausschuss um 35 Prozent und Stillstandszeiten um bis zu 25 Prozent re-

duziert. Dabei war nicht einmal die Anschaffung einer komplett neuen Anlage nötig. Es reichte, die Formmaschine zu ersetzen und einzelne Komponenten zu optimieren.

Nach nur vier Wochen Produktionsunterbrechung lief die Anlage wieder. Für diesen knappen Zeitraum war der Auftrag, den Baumgarte an den Maschinen- und Anlagen-spezialisten HWS erteilt hatte, sehr



GERMALLOY™ und OPTIGRAN™

# Qualitäts- Plus

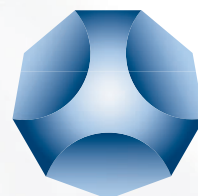
Mit den Formimpfmitteln GERMALLOY™ für GJS und OPTIGRAN™ für GJL liegen die Vorteile auf der Hand:

- ✓ Gleichmäßige Ausscheidung von Kohlenstoff unter Vermeidung von Unterkühlungsgraphit bei GJL
- ✓ Erzielung hoher Graphitkugelzahlen
- ✓ Vermeidung von Weißeinstrahlung, Karbidbildung und Kantenhärten bei GJS

Weitere Informationen unter  
[www.ask-chemicals.com](http://www.ask-chemicals.com)



**ASKCHEMICALS**  
We advance your casting





umfangreich. Bei der bestehenden Formanlage wurde die vorhandene AIRPRESSplus-Formmaschine ausgetauscht und durch eine moderne HWS-SEIATSU-Formmaschine ersetzt. Zusätzlich wurde das Formkastenmaß durch die Anschaffung von 88 neuen Formkästen vergrößert und eine teilautomatische Modellwechselstation eingebaut. „Unser Ziel war es, dadurch die Qualität der Gussteile zu verbessern und somit die Nacharbeit zu reduzieren“, erklärt Eckhard Winter, Geschäftsführer von Baumgarte. Ursprünglich wurde zum Verdichten der Form die AIRPRESSplus-Technik angewandt. „Dies war vor 15 Jahren sicherlich eine richtige Entscheidung. Heute zeigen sich aber Schwächen bei der Ausformung von Ecken und Kanten“, so Winter.

Aus diesem Grund entschied das Unternehmen, die Formmaschine auszutauschen und durch das SEIATSU-Luftstrompressverfahren zu ersetzen. „Das Prinzip besteht aus einem zweistufigen Verdichtungsverfahren“, erklärt Michael Exner, zuständiger Area Sales Manager bei HWS. Dabei wird der Sand zunächst in einem Dosierbunker eingewogen und anschließend durch Jalousie-

klappen gleichmäßig in der Form verteilt. Ein hydraulisch gesteuertes Tellerventil öffnet in Sekundenbruchteilen einen Querschnitt und erzeugt damit den Luftstrom für die Vorverdichtung. Im nächsten Schritt wird der Sand durch eine hydraulische Vielstempelpresse nachverdichtet. „Durch diese Methode konnten wir Fehlformen um 20 Prozent und Ausschussteile teilweise sogar um 35 Prozent reduzieren“, berichtet Winter. Das wirke sich auch auf die Produktionsleistung aus: Wurden zuvor 14 Formen pro Stunde erzeugt, sind jetzt 20 möglich. Das entspricht einer Steigerung von 30 Prozent.

Weitere Vorteile ergeben sich auch durch die neue teilautomatische Modellwechselstation. Diese ermöglicht den Austausch einer kompletten Modelleinrichtung innerhalb der Taktzeit, sodass es beim Wechsel zu keinerlei Stillstand kommt und der Anlagenbetrieb ungehindert weiterläuft. Zudem bietet die Maschine durch ihre teilautomatische Konzeption eine Möglichkeit, den Arbeitsplatz ergonomisch zu gestalten. „Es sind weniger Handgriffe und ein geringerer Kraftaufwand nötig“, bestätigt Winter. Dadurch werde die Dynamik

der Produktion zusätzlich gesteigert. Eine Einsussstrichterbohrvorrichtung sowie eine Luftloch-Stechvorrichtung machen zudem viele manuelle Arbeiten überflüssig: War es zuvor nötig, die Luftlöcher manuell in die Form zu schlagen, erfolgt dieser Schritt jetzt automatisch.

Außerdem ist es nun auch wirtschaftlich rentabel, Kleinserien herzustellen. Da für die Produktion einer neuen Formenreihe die Anlage nicht mehr angehalten und umgerüstet werden muss, sind nun Serien ab 20 Stück möglich. „Das erhöht unser Produktportfolio“, sagt Winter. Eine größere Angebotspalette wurde aber vor allem durch die Vergrößerung des Formkastens möglich. „Wir haben den Formkasten um 50 mm erhöht, um das mögliche Teilespektrum zu vergrößern“, erklärt Winter. Großflächige sowie gestreckte Teile mit Stückgewichten von 35 bis 800 kg können nun gegossen werden. Zusätzlich besteht jetzt die Möglichkeit des Überpressens um weitere 50 mm, wodurch nochmal größere Formen generiert werden können.

HWS führte in den 80er Jahren die japanische SEIATSU-Methode in Europa ein. Inzwischen hat sich das Verfahren weltweit etabliert. Das Baukasten-System von HWS ermöglicht es kleinen und mittelständischen Firmen, ihre Anlagen zu optimieren, indem beispielsweise nur einzelne Komponenten ausgetauscht oder ergänzt werden. Die HWS-Formmaschinen können in jede bestehende Anlage, auch von Fremdherstellern, integriert werden. „Der Austausch der einzelnen Anlagenteile war eine effektive Alternative zum Kauf einer kompletten Neuanlage“, resümiert Winter.

#### Quelle:

BDG-Pressemitteilung vom 16. 5. 2012

#### Kontaktadressen:

Eisengießerei Baumgarte GmbH  
D-33647 Bielefeld  
Duisburger Straße 35  
Tel.: +49 (0)521 4044 0  
Fax: +49 (0)521 4018 48  
info@eisengiesserei-baumgarte.de  
www.eisengiesserei-baumgarte.de

Heinrich Wagner Sinto  
Maschinenfabrik GmbH  
D-37334 Bad Laasphe  
Bahnhofstraße 101  
Tel.: +49 (0)2752 907 0  
Fax: +49 (0)2752 907 280  
info@wagner-sinto.de  
www.wagner-sinto.de

Der VÖG im Internet:

[www.voeg.at](http://www.voeg.at)

**VÖG** Verein Österreichischer  
Gießereifachleute





## Dünnwandiger Stahlguss – Innovationsprojekt mit FH Nordwestschweiz und MAC GmbH

Im Rahmen eines KTI-Projektes (von der schweizerischen Eidgenossenschaft geförderte F&E-Projekte) setzt die Wolfensberger AG, Bauma/Schweiz, ihre konsequente Kunden- ausrichtung fort. Der steigenden Nachfrage nach dünnwandigem Stahlguss wird aktiv begegnet und in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Nordwestschweiz und der MAC GmbH Consulting and Engineering ein Entwicklungs-Projekt gestartet, welches die Innovationsstärke der Stahlgießerei untermauert.

Das sich über 30 Monate erstreckende Projekt beinhaltet sowohl die Evaluations- und Entwicklungsphase

eines geeigneten Gießprozesses, als auch dessen betriebliche Umsetzung. Bei erfolgreichem Abschluss wird sich die Wolfensberger AG auf dem Markt noch stärker differenzieren können: Die Kombination der bereits vorhandenen Verfahrensvarianten (Sand- und Präzisionsguss) und die innovative Gießtechnologie wird es der Wolfensberger AG ermöglichen, sehr dünnwandige Stahlgussteile mit engen Maßtoleranzen zu realisieren.

Den Nachfragetrends in der Pumpenindustrie, bei Hochtemperaturanwendungen und in weiteren Bereichen des allgemeinen Maschinenbaus wird dadurch die nötige Auf-

merksamkeit geschenkt, indem dank der innovativen Prozesstechnologie beispielsweise bisherige Schweiß- und Blechkonstruktionen durch präzise dünnwandige Stahlgussbauteile ersetzt werden können.

### Quelle:

BDG-Pressemitteilung vom 8. 8. 2012

### Kontaktadresse:

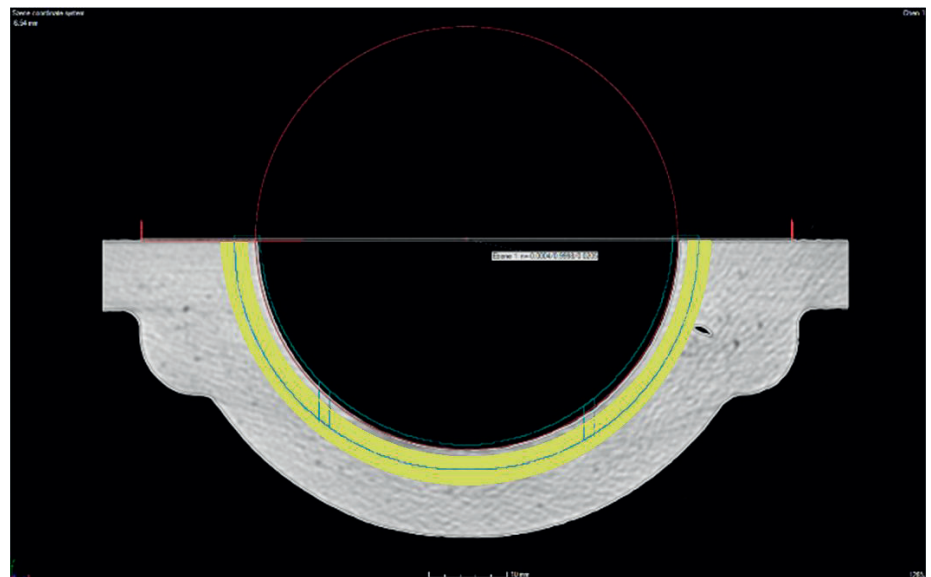
Wolfensberger AG  
CH-8494 Bauma | Bäretswilerstraße 45  
Tel.: +41(0)52 396-1111  
markus.schmidhauser@wolfensberger.ch  
www.wolfensberger.ch

## Automatische serielle CT-Prüfung auf Porosität in Bearbeitungsflächen

Die Microvista GmbH in Blankenburg hat sich in den vergangenen Monaten auf dem Gebiet der schnellen CT-Untersuchungen mit automatischer Auswertung von unterschiedlichen Aluminiumussteilen im Markt etabliert.

Das jüngste Beispiel zeigt die technisch-technologische Abfolge bei einer CT-Porendetektion an einem Druckgussbauteil. Ein Rohgussteil soll vor der mechanischen Bearbeitung im Bereich einer später fertig bearbeiteten Fläche auf mögliche Gefügefehler (Poren) untersucht werden. Im ersten Schritt werden an einem Testbauteil die optimalen Scan-, Rekonstruktions- und Auswerteparameter ermittelt. Diese Daten bilden gemeinsam mit den internen logistischen Abläufen die Basis für den Serienprozessablauf. Stabile Prozesse sind die Grundlage für hohe Ergebnisqualität.

Microvista verfügt über den Prototypen eines Inline-CT, mit dem die Bauteile gescannt werden. Die dabei gewonnenen Daten werden anschließend der Rekonstruktion und danach der automatischen Analyse zugeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden nach ca. drei Minuten als Datensätze in eine Übersichtstabelle eingefügt. Danach beginnt der nächste Scan. Sowohl die Porenlage (x-, y-, z-Koordinaten) als auch der größte gemessene Porendurchmesser werden zur abschließenden Qualitätsbewertung herangezogen.



2D-Scanergebnis mit den definierten Bereichen für die Bewertung des Qualitätsparameters „Poren“, Definition des Auswertebereichs gelb, Solllinie grün.

Die hier gezeigte Automatisierungslösung eröffnet neue Wege für die Einführung des Inline-CT in die Serienfertigung. Dieses Qualitätssicherungstool ist bei verschiedensten Aufgabenstellungen im Leichtmetallguss anwendbar. Der Kundennutzen entsteht durch die Vermeidung von verllorener Wertschöpfung und unnötiger Logistikaufwendungen („Transport von Ausschuss“). Darüber hinaus steigt die Reputation der Gießerei beim Auftraggeber. Nullfehler sind kein unerreichbares Ziel mehr.

Die Anzahl der in diesem Beispiel untersuchten Bauteile entsprach einer mittelgroßen Serie.

### Quelle:

BDG-Pressemitteilung vom 19. 9. 2012

### Kontaktadresse:

Microvista GmbH  
D-38889 Blankenburg  
Am Mönchenfelde 12  
Tel.: +49 (0)3944/950 56  
E-Mail: michael.mueller@microvista.de  
www.microvista.de



## VÖG-Satzungs- änderungen

Wie bereits in Heft 5/6-2012, Seite 185/186 im Rahmen der Berichterstattung über die Jahreshauptversammlung 2012 mitgeteilt, wurde im Zuge einer Überprüfung durch das Finanzamt Wien dem VÖG von der zur Beratung beigezogenen Wirtschaftsprüfungskanzlei empfohlen, die Satzungen in der Fassung April 2009 entsprechend gemachter Vorschläge abzuändern und zu präzisieren.

Der VÖG-Vorstand hat in seiner Sitzung vom 25. April 2012 beschlossen, dieser Anregung zu folgen und die Änderungen wurden in der Hauptversammlung am 26. April 2012 mit einstimmigem Beschluss genehmigt.

Nach erfolgter Anerkennung durch die Vereinsbehörde sind die geänderten Statuten 2012 der VÖG-Website zu entnehmen:

**www.voeg.at**

Auf besonderen Wunsch werden die gültigen Satzungen auch auf dem Postweg zugesandt.

### Die Bestelladresse lautet:

Verein Österreichischer  
Gießereifachleute VÖG  
Postfach 2, A-1193 Wien

## Personalia – Wir gratulieren zum Geburtstag

Herrn Professor Dipl.-Ing. **Bernd Steinhäufel**, A-8712 Proleb, Köllach 2, zum **70. Geburtstag** am 7. 11. 2012.

Geboren in Wr. Neustadt, besuchte Bernd Steinhäufel nach der Grundschule die Bundesgewerbeschule, Abteilung Maschinenbau, in Wr. Neustadt und wechselte dann in die Höhere Technische Bundeslehranstalt HTBL, Abteilung Gießereitechnik, Wien X, die er im Juni 1964 mit der Reifeprüfung beendete. Im Oktober desselben Jahres setzte Bernd Steinhäufel das Gießereistudium fort und inskribierte an der Montanistischen Hochschule in Leoben die Fachrichtung Hüttenwesen – Gießerei. Im Juni 1975 schloss er sein Studium mit dem Titel Diplom-Ingenieur ab.

Schon während dieses Studiums war er seit November 1972 an der Lehrkanzel für Gießereikunde bei Professor Dr.techn. K. Zeppelzauer und in der Folge bei Professor Dr.-Ing. J. Czikel als wissenschaftliche Hilfskraft tätig.

Nach Studienabschluss setzte Steinhäufel seine wissenschaftliche Tätigkeit als Universitätsassistent am Institut für Gießereikunde fort. Nach Emeritierung von Herrn Professor Czikel war Dipl.-Ing. Steinhäufel von Dezember 1984 bis Oktober 1985 als provisorischem Institutsvorstand die Leitung des Institutes für Gießereikunde an der Montanuniversität Leoben bis zur Neubesetzung anvertraut.

In der Folge wechselte Dipl.-Ing. Bernd Steinhäufel als Vertragslehrer an die HTBLA Zeltweg, an der er bis zu seiner Pensionierung im Oktober 2003 als Professor wieder in der Nachwuchsausbildung tätig war. Seit Dezember 1994 war er auch Abteilungsvorstand der Abteilung Maschineningenieurwesen dieser praxisnahen Ausbildungsstätte.

Dem VÖG gehört Professor Dipl.-Ing. Bernd Steinhäufel seit 1985 an.



Herrn Kommerzialrat Dr.iur. **Martin Siegmann**, A-4645 Grünau, Habernau 4, zum **70. Geburtstag** am 19. November 2012.



Martin Siegmann wurde am 19. November 1942 in Baden/NÖ geboren und ist in Linz aufgewachsen, wo er auch das Akademische Gymnasium besuchte. Nach der Matura studierte er Rechtswissenschaften an der Universität Wien und schloss 1964 mit dem Doktor iur. ab. Anschließend absolvierte Dr. Siegmann auch das Studium der Betriebswirtschaft mit MBA Abschluss am INSEAD in Fontainebleau/Frankreich. Nach einigen Jahren Tätigkeit in der österreichischen Industrie widmete sich Dr. Martin Siegmann ab 1975 dem Auf- und Ausbau der ERKU-Präzisionsteile GesmbH in Pasching bei Linz und richtete das Unternehmen als OEM (Original Equipment Manufacturer) und Systemlieferant auf den Kundenkreis „Automobilindustrie“ aus. Es erfolgte die Spezialisierung auf Druckgussteile geringer Größe in einbaufertig bearbeiteter Ausführung und die Anpassung der Struktur des Unternehmens an die Anforderungen des Abnehmerkreises durch Forcierung der Sparte Aluminium-Druckguss. Im Zuge dieser Maßnahmen wurde die Sparte Zink-Druckguss im Jahre 2002 eingestellt.

Das Unternehmen wurde im Jahre 2005 im Zuge einer Insolvenz an die TCG UNITECH verkauft. Seit dieser Zeit ist Herr Dr. Martin Siegmann in Pension.

Dr. Martin Siegmann war auch in der Interessensvertretung der Gießereibranche engagiert und bekleidet die Funktionen des Stellvertretenden Vorstehers des Fachverbandes der Gießereiindustrie Österreichs und des Vorsitzenden der Fachvertretung Gießerei in der Wirtschaftskammer Oberösterreich. Diese Funktionen endeten 2005. Die WKÖ verlieh ihm im Jahre 1999 den Titel Kommerzialrat.

Seit 2002 ist Kommerzialrat Dr. Martin Siegmann Mitglied des Vereins Österreichischer Gießereifachleute und Mitglied des Vorstandes des Vereins für praktische Gießereiforschung (ÖGI).

**Den Jubilaren ein herzliches Glückauf!**



# Diplomarbeit: Wirkung von Kokillenkühlsystemen

Diplomand:  
Johannes Krammerbauer



Betreuer:  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Schumacher  
Firmenbetreuer:  
Dipl.-Ing. Bernhard Stauder, Nematik Linz



## AUFGABENSTELLUNG:

Ziel der Arbeit ist die Untersuchung der Wirkung von Wasserkühleinrichtungen beim Schwerkraftkokillenguss an einer Kernpaket-Prototypeneinrichtung zur Herstellung von Zylinderköpfen.

Mithilfe der Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen ist ein Simulationsmodell zu entwickeln. Die Messergebnisse dienen zur Ermittlung geeigneter Randbedingungen, um den Wärmehaushalt der Form möglichst genau nachzubilden und somit eine Ausgangsbasis zur Verfeinerung zukünftiger Gießsimulationen zu schaffen.

## THEORETISCHE GRUNDLAGEN:

Für gute und gleichbleibende Gussteilqualität sowie hohe Produktivität ist die Beherrschung des Wärmehaushalts der Kokille durch Kühlung (z.B. Luftkühlungen, Wasserkühlungen, Kupferstifte, Wärmerohre) entscheidend.

Die lokale Erstarrungszeit hat über den Dendritenarmabstand und die Verteilung von Inhomogenitäten Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften. Um die Bildung von Lunkern im Gussstück zu vermeiden, ist die Erstarrungslenkung durch gezielte Kühleinrichtungen notwendig.

## DURCHFÜHRUNG:



oben: Stahlbodenteil  
rechts: Bodenteil mit aufgesetztem Kernpaket



Die Prototypeneinrichtung für das Kernpaketverfahren besteht aus einem Stahlbodenteil mit Außen- und Innenkernen. Das Bodenteil verfügt über folgende Wasserkühlungen:

- eine ringförmig angeordnete Kühlbohrung im Inneren
- Springbrunnenkühlungen in den vier Brennraumeinsätzen

Zwei Messreihen mit je vier unterschiedlichen Kühlungskonfigurationen werden durchgeführt:

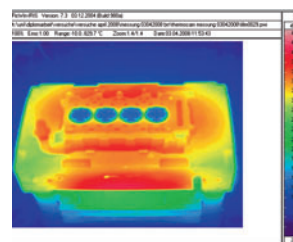
1. reines Abkühlverhalten ohne Einfluss der Schmelze
2. Gießversuche

Die Temperaturerfassung erfolgt durch Thermoelemente an ausgewählten Positionen im Inneren des Bodenteils, an der Oberfläche durch Thermographie, sowie in den Kühlkreisläufen und in den Gussteilen.

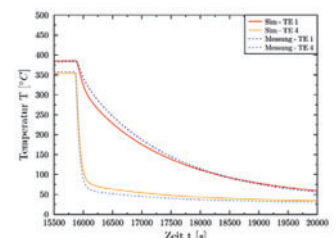
Die Erstellung des Simulationsmodells geschieht in MAGMASoft®.

## ERGEBNISSE:

Die Untersuchung zeigte die unterschiedliche Wirkung der Ringkühlung und der Brennraumkühlungen. Während die Bohrung im Inneren des Bodenteils auf dessen langfristige Temperierung während der Produktion abzielt, sind die Brennraumkühlungen darauf ausgelegt, dem Gussteil in den Bereichen der Brennräume während der Erstarrung lokal Wärme zu entziehen, um auf diese Weise ein feines Gussgefüge mit guten mechanischen Eigenschaften zu bewirken.

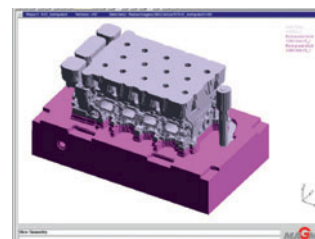


Erhitztes Bodenteil mit aktivierten Brennraumkühlungen

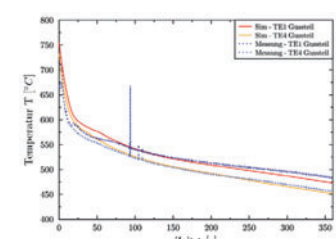


Vergleich Messung/Simulation: Temperaturverläufe im Bodenteil

Bei der Modellierung der beiden Versuchsreihen konnten mit Hilfe der experimentell gewonnenen Daten geeignete Wärmeübergangskoeffizienten zur Berücksichtigung der Kühlungen sowie zwischen der Form und der Schmelze und zwischen verschiedenen aneinander angrenzenden Formpartien gefunden werden. Als bedeutend für den Wärmeübergang stellte sich auch in dieser Untersuchung die Luftspaltbildung zwischen erstarrtem Metall und der Form heraus, welche im Modell ebenso Berücksichtigung findet.



Modell des Gussteils und Bodenteils (Darstellung ohne Kernpaket)



Vergleich Messung/Simulation: Abkühlkurven im Gussteil

## ZUSAMMENFASSUNG:

Entscheidend für die Simulation sind die Wärmeübergänge an Kontaktstellen zwischen Materialien hoher Wärmeleitfähigkeit.

Durch die Messung der Temperaturverläufe konnten geeignete Randbedingungen bestimmt werden, welche eine realistische Modellierung des Wärmehaushalts der Kokille unter Berücksichtigung der internen Kühlungen und Luftspaltbildung ermöglichen.

Es gelang eine Charakterisierung der Wirkung der unterschiedlichen Kühlungen.





# Aeration – Fluidisiertes Sandeinfüllen für optimale Formergebnisse

Das gleichmäßige Sandeinfüllen durch „Aeration“ ermöglicht die Herstellung von Formen hoher Festigkeit und gleichmäßiger Härte. Die Fluidisierung des Formsandes lässt den Sand fließen und bringt ihn dadurch gleichmäßig in Formtaschen und Formhohlräume.

**Aeration  
Technologie**



1. Reduzierung des Gussstückgewichts möglich
2. Reduzierung von formbedingten Gussfehlern möglich
3. Verbesserte Ausnutzung der Formfläche
4. Niedriger Geräuschpegel und geringer Energieverbrauch
5. Einsetzbar für ein relativ weites Formsandspektrum

\* Die oben aufgeführten Vorteile sind Merkmale der Formmaschinen mit „Aeration“-Technologie.

**DI Johann Hagenauer**  
**Ingenieurbüro für Giesserei und Industriebedarf**  
Hauptstraße 14 · A-3143 Pyhra, Austria  
Telefon + 43(0)2745/24172-0  
Telefax + 43(0)2745/24172-30  
Mobil + 43(0)664/2247128  
johann.hagenauer@giesserei.at  
www.hagi.at · www.giesserei.at



**HEINRICH WAGNER SINTO**  
**Maschinenfabrik GmbH** SINTOKOGIO GROUP  
Bahnhofstraße 101 · D-57334 Bad Laasphe  
Tel. +49 (0) 2752 907-0 · Fax +49 (0) 2752 907-280

**New Harmony » New Solutions™**

[www.sinto.com](http://www.sinto.com)